دار الكتاب الحديث



الأستاذ الدكتور

عادل سليمان عبد الخالق

أستاذ هندسة المناجم

تقديم

أ.د. محمد رجائي الطحلاوي

أستاذ جيولوجيا التعدين بجامعة أسيوط

ورئيس جامعة أسيوط الأسبق

الأسس الجيولوجية للتعدين والمناجم

كتاب أجريكولا

الأسس
الجيولوجية للتعدين والمناجم
كتاب أجريكولا

إعداد
أ.د. عادل سليمان عبد الخالق
أستاذ هندسة المناجم

تقديم
أ.د. محمد رجائى الطحلاوى
أستاذ جيولوجيا التعدين بجامعة أسيوط
ورئيس جامعة أسيوط الأسبق

دار الكتاب الحديث

عبد الخالق، عادل سليمان .

الأسس الجيولوجية للتعدين والمناجم : كتاب أجريكولا / إعداد عادل سليمان عبد الخالق

. ـ ط 1. ـ القاهرة: دار الكتاب الحديث ، 2010

204 ص ؛ 24سم .

تدمك 4 318 350 977 978

1- التعدين .   2- المناجم .

أ - العنوان.

699.622

رقم الإيداع 9589 /2010

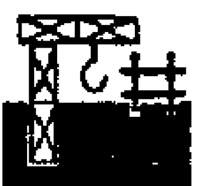
دار الكتاب الحديث

القاهرة	94 شارع عباس العقاد – مدينة نصر – القاهرة ص.ب 7579 البريدي 11762 هاتف رقم : 22752990 (202 00) فاكس رقم : 22752992 (202 00) بريد إلكتروني : dkh_cairo@yahoo.com
الكويت	شارع الهلالي ، برج الصديق ص.ب : 22754 – 13088 الصفاه هاتف رقم 2460634 (965 00) فاكس رقم : 2460628 (965 00) بريد إلكتروني : ktbhades@ncc.moc.kw
الجزائر	B. P. No 061 – Draria Wilaya d'Alger– Lot C no 34 – Draria Tel&Fax(21)353055 Tel(21)354105 E-mail dk.hadith@yahoo.fr

بسم الله الرحمن الرحيم

••• المحتويات •••





تقديم للكتاب

بقلم

أ.د. محمد رجائى جودة الطحلاوى

أستاذ جيولوجيا التعدين بجامعة أسيوط

كانت المعادن من بين المواد الأولى التى استعملها الإنسان وقام بوصفها. فالرسومات المصرية منذ 5000 سنة بينت استخدام المعادن فى صناعة الأسلحة والحلىّ، وقد كتب الفيلسوف اليونانى ثيوفراستس مقالة قصيرة عن المعادن حوالى عام 300 ق.م.، كما كتب بللينى - كبير علماء روما - عن المعادن والخامات والأحجار والجواهر حوالى عام 77 ميلادية، ومن أهم الكتب التى حررها العلماء كتابان عن الفلزات لألبرتوس ماجنوس عام 1262م وأجريكولا عام 1556م.

كان عصر النهضة الأوروبية فترة هامة للاهتمام بمجالات عديدة للمعرفة شملت دراسة الأرض، وقد قدّم الطبيب السكسونى جورجيوس أجريكولا أهم المساهمات فى الجيولوجيا.

ولد جورجيوس أجريكولا فى خلاخاو فى ولاية سكسونيا (ألمانيا) فى 24 مارس 1494م وهذا كان اسمه اللاتينى، أما اسمه الحقيقى فكان جورج باور. كان أجريكولا شابًا نابغة، ففى سن العشرين عين أستاذًا غير عادى للغة اليونانية، ثم انتقل إلى جامعة ليبزج حيث درس الطب والفيزياء والكيمياء ثم ذهب إلى بولونيا وبادوا فى إيطاليا من 1524 إلى 1526م حيث حصل على درجة الدكتوراه.

عاد أجريكولا إلى زفيكا حيث عين طبيبًا فى منطقة شمنستال وهى إحدى مراكز التعدين وصناعة الفلزات وتشتهر بمناجم الفضة، وهناك بدأ اهتمامه بدراسة المعادن والتفكير فيها بطريقة منطقية، ونشر أول دراسة له عن

المعادن عام 1530م، ثم انتقل إلى شمنتز التى كانت من أهم مراكز التعدين واتسعت مداركه ونشر كتابًا عن المقاييس والأوزان عند اليونان والرومان De Mensius et Ponderibus.

أُنتخب أجريكولا عمدة لمدينة شمنتز لفترة قصيرة ابتعد بعدها عن السياسة وآثر التفرغ للملاحظة العلمية، وبالرغم من أنه كان طبيبًا فقد انشغل كثيرًا بدراسة المعادن بالإضافة إلى دراسات فى اللاهوت والتاريخ، وفى هذه الفترة وضع أول كتاب عن أسس الجيولوجيا الطبيعية وانتقد فيه الآراء القديمة De ortu et causis subterraneorum، وأخرج بعد ذلك كتابًا هامًا عن المعادن الجديدة التى تعرّف عليها اسمه De veteribus et novis metallis.

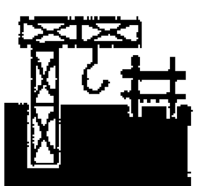
عكف أجريكولا على كتابة الكثير من المقالات عن المعادن وتوّج أعماله بكتاب عن طبيعة المعادن أسماه (دى ريه ميتاليكا De Re Metallica)، أى عن طبيعة المعادن، وفى هذا الكتاب شرح لكيفية تكوين عروق الخامات ووضع فيه أسس العلوم الجيولوجية، كما شرح طرق استخراج المعادن من الأرض، وقد استخدم أجريكولا لأول مرة قاعدة القاطع أحدث من المقطوع لبيان العلاقة بين العروق المعدنية ببعضها البعض وكذلك العمر النسبى للصخور النارية المتداخلة فى الصخور المحيطة بها، وقد أصبح هذا الكتاب واحدًا من أهم الكتب التى كتبت عن التعدين، وظل المرجع الكلاسيكى الرئيسى للتعدين لأكثر من 250 عامًا. واليوم، وبعد قرابة الأربعمائة عام، نجد أن كتاب أجريكولا لا يزال يحتل مكانة مرموقة بين مراجع التعدين، وتعتبر مجموعة الرسومات التى تصوّر عمليات استخراج واستخلاص الفلزات مرجعًا رئيسيًا لم تختلف أسسه عما وصلنا إليه فى وقتنا هذا. لقد كانت حياة أجريكولا نموذجًا رائعا للعالم الموسوعى الذى درس الطب وحصل على الدكتوراه ثم حصل على دكتوراه أخرى فى فلسفة العلوم، هذا بالإضافة إلى تعمقه فى دراسة التاريخ. وقد تُرجم هذا الكتاب لأول مرة إلى اللغة الإنجليزية عام 1912م بواسطة مهندس المناجم هربرت هوفر الذى أصبح فيما

بعد رئيسًا للولايات المتحدة الأمريكية، ثم توالت الترجمات إلى اللغات الحية، مع شروح لملاحظاته وطرق التعدين التى أولاها اهتمامًا كبيرًا؛ ولعل من أروع ما خلفه لنا أجريكولا كان مجموعة الرسومات الرائعة التى تصور بكل الدقة والتفصيل عمليات التعدين المختلفة، لقد كلّف كبار الرسامين فى عصره لإخراج هذا الرسومات فى أبهى صورة.

توفى أجريكولا فى شمنتز فى 21 نوفمبر 1556م ولكنه لم يدفن بها لأسباب دينية ونقل رفاته إلى منطقة زستس حيث دفن.

لم يسبق ترجمة هذا الكتاب إلى اللغة العربية، ويعتبر هذا العرض المختصر هو أول محاولة جادة لعرض الكتاب باللغة العربية، وقد بذل الدكتور عادل سليمان أستاذ هندسة التعدين، والمدير الأسبق لمعهد التبين للدراسات المعدنية، مجهودًا كبيرًا فى تلخيص الكتاب الأصلى الذى يقع فى أكثر من 900 صفحة ليقدمه إلى القارئ بالعربية فى حوالى 232 صفحة فقط. لم يُخلّ العرض بالأساسيات العلمية التى قدمها الكتاب، كما كان المترجم حريصًا على أن يضمّن الكتاب أهم ما فيه من رسومات قيمة تشرح بكل الدقة والإتقان عمليات التعدين المختلفة. ولا شك أن هذا الكتاب يسد فراغًا كبيرًا فى مكتبة التعدين العربية.







بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة عامة وتعريف

كانت أول معرفة لى بأجريكولا ومرجعه الهـام (عن التعدين والفلزات De Re Metallica) عندما كنت طالبًا فى قسم هندسة المناجم والبترول بجامعة القاهرة أوائل الخمـسينيات من القرن الماضى، وذلك عن طريق أسـتاذ فاضل من أساتذتنا بالقسم وقتها هو الدكتور ألفريد ريتمان السويسرى الجنسية، وكان أسـتاذًا لعلم الصـخور، الذى حـدثنا عن أجـريكولا وكتـاباته فى مجـالات التـعدين والفلزات. ولقـد توطدت علاقـتى به عندمـا عملت مـعيـدًا بنفس القسم، حيث كـان موضوع رسالتى للمـاجستير وقـتها عن معـادن وصخور منطقة زوج البهار بجـوار القصير بمحافظة البحر الأحـمر، التى لم تتم بسبب تغيير جذرى فى مسارى العلمى إلى تكنولوجيا المناجم لسفرى فى بعثة علمية حكومية إلى الاتحاد السوفيتى للتخصص فى هذا المجال.

وفى أثناء تواجـدى هناك، عثـرت على نسخـة من الترجـمة الروسـية الكاملة لهـذا المرجع القيم، وذلـك فى مكان ناءٍ فى أطراف موسكو، حـيث كان هنـاك مؤسسـة لبيع الكتب الـعلمية والـهندسية الـتى لا يريد أصحـابها الاحتفـاظ بها لضيق المكان. ولقد سـعدت سعادة بالغة بحـصولى على تلك النسخة من المرجع.

وتمر سنوات نصف قـرن بحلوها ومرها، حيث أكـتب الآن بابًا بعنوان (تاريخ التقنية) فى مـجلة (التكنولوجيا والصناعة) التى يُصدرها معـهد التبين للدراسات المعدنية دوريًا كل ستة شـهور. ولقد بدأت مقالاتى فى ذلك الباب

من المجلة بالمعدّات والتكنولوجيات منذ بداية العصر الحجرى. وعندما وصلت إلى مرحلة القرنين الخامس عشر والسادس عشر، عُدت إلى مرجع أجريكولا للحديث عن تقنيات التعدين والفلزات زمن أجـريكولا. وقد وجدت اهتمامًا محمودًا من الزملاء بالمعهد وبهندسة أسيوط بتلك المقالات.

وعندها طرأت لى فكرة إعـداد عرض أطلسى مـوجز لمرجع أجـريكولا باللغة الـعربية، حـيث لم يسبق أن ظهـرت أية ترجمـات له، أو لأجزاء منه بالعربية حتى الآن. وقـد عكفت على ذلك لمدة تزيد عن العام ونصف العام، إلى جانب أعمال عـلمية وبحثية أخرى. والآن، قـد أصبح العرض الأطلسى الموجز بين يدى الـقارئ المهتم بتـاريخ وكلاسيكيـات العلوم، وعلى الأخص الجانب التعدينى منها.

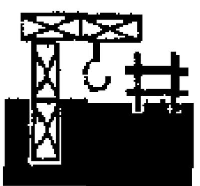
وتحتـوى هذه المقدمة العـامة على تعريف بالمؤلـف، وتعريف بالمرجع، والمنهج المتبع فى إعداد العرض الأطلسى الموجز، وقـائمة المراجع المُستخدمة، ثم تنتهى بشكر واجب للزملاء الذين تابعوا هذا الـعمل حتى ظهر فى صورته الحالية.

أولا - تعريف بالمؤلف:

وُلد الطفل جيـورجى أجريكولا يوم 24 مارس 1494م، باسم جيورج باور (الذى حـولّه أجـريكولا إلى اللاتينيـة كـالمتبع وقـتـها إلـى جيـورجى أجريكولا)، لأسرة مغـمورة فى ريف كلاوشاو فى ساكسـونيا بألمانيا. وتوفى فى 1555 م فى شيمنتز بألمانيا أيضًا.

وقد عُرف بـعد ذلك بلقب (أبو المعادن)، كمـا أنه الرائد الأول لصناعة التعدين والفلزات بمفهومها الحديث.

وقد درس أجريكولا الفلسفة وتاريخ اللغات بجامـعة ليبزج بألمانيا. كما اهتم بتعلّـم اللغتين اللاتينيـة واليونانيـة من عام 1518م حتى عام 1522م فى





مدرسة خاصة للغات فى زويكاو. ثم عاد بعد ذلك إلى جامعة ليبزج لدراسة الطب. وغادرها إلى إيطاليا عام 1523 م لمتابعة دراساته الطبية بالإضافة إلى الفلسفة وعلوم الطبيعة وذلك فى بولونيا وبادوا، ثم فى فينيسيا بإيطاليا.

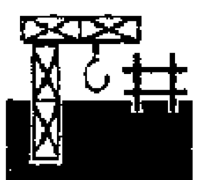
وشارك فى إعداد مؤلفات طبية صدرت عام 1525م، حيث كانت لديه فكرة لم تتحقق أبدًا، عن إمكانية استنباط أدوية لعلاج المرضى من المعادن والخامات الطبيعية. وكانت تلك الفكرة هى بداية اهتماماته بالمعادن والخامات، بل وبالتعدين والفلزات بصفة عامة. وكانت تلك نقطة تحول هامة فى حياة أجريكولا.

عاد أجريكولا مرة أخرى إلى موطنه ساكسونيا عام 1526م، حيث عمل طبيبًا من 1527م حتى 1533م فى منطقة تعدينية هامة هى يواكيم ستفال. وكان يقضى أوقاتًا طويلة بين المُعَدِّنين البسطاء فى المناجم ووحدات استخلاص الفلزات، متابعًا ومعالجًا لأمراضهم المهنية. ولقد بدأ ينشر أبحاثًا ودراسات هامة عن المعادن، وقدم أول تقسيم علمى عن المعادن على أساس أشكال بلُّوراتها. ثم توسع فى اهتماماته إلى مجالات التعدين والفلزات بصفة عامة. وكان ذلك اعتبارًا من 1530م. بل وهناك دلائل على أنه كان مساهمًا فى أحد مناجم الفضة وقتها.

وفى عام 1546 عينه الدوق موريس عُمدةً لمنطقة شيمنتز، وكان سفيرًا له ومبعوثًا خاصًا له إلى الإمبراطور الرومانى شارل الخامس لمباحثات دينية هامة، حيث كان كاثوليكيًا ملتزمًا دينيًا.

وقبل وفاته عكف على إعداد دُرة أعماله (عن التعدين والفلزات) الذى صدر بعد وفاته بعام، أى عام 1556م. وهو المرجع الذى نحن بصدده، وسوف نتحدث عنه بتفصيل واف فيما يلى ذلك من صفحات.





ولقد حظى أجريكولا، ومـا يزال، بتقدير واهتمـام عالمى خاص، ومن ذلك أن أكاديميـة العلوم بألمانيا الشـرقية (وقتـها) أصدرت مجلدًا خـاصًا عنه وعن أعمـاله العلميـة عام 1955 بمناسبـة مرور 400 عام عـلى وفاته. كـما احتفلت مدينة شيمنتز الألمانية، التى كان عمدتها، عام 1994، بمرور 500 عام على مولده وأصدرت كتابًا خاصًا عن حيـاته وأعماله بهذه المناسبة. وفى عام 1995 أصدرت تشيكوسلوفاكيا طابعًا تذكاريًا هامًا يحمل صورة أجريكولا.

ثانيا - تعريف بالمرجع(*):

المرجع هو De Re Metallica وترجمته الحرفية بالإنجليزية On the Nature of Metals ويطلق عليه فى كثير من الأحيان (عن التعدين والفلزات). وإذا كنا قد عـرّفنا المؤلف، فنعـّرف الآن المرجع، وكلاهمـا مُكمّل للآخر، حـيث إن مرجعه هذا هو درة أعماله التى عُرف بها وعُرفت به.

ويعتـبر هذا المرجع أهم عـمل علمى صدر بعـد كتاب ثيـوفراسـتاس، بعنوان (تاريخ الصخـور) الذى صدر بين عامى 315 و314 قبل الميلاد، وذلك فى مـجال المعـادن والتـعدين. ولقـد اهتم به المشـتـغلون بصناعـة التعـدين والفلزات، بل ولقـد عُرف بين المشـتغلـين بالتعـدين فى الغرب بأنه (إنجـيل مهندسى المناجم).

وقد صـدر المرجع باللاتينيـة فى اثنى عشـر كتـابًا عام 1556م، عن دار النشر (فروبن) بـبازل بسويسرا أى بعد وفـاة أجريكولا بعام، حيث اسـتغرق إعداد الأكليـشيهـات الخشبـية للوحات الكتـاب، وعددها 294 لوحة، وقـتًا طويلاً، وكان حـريصًا على أن تكون فى حالة جيـدة تتناسب مع ما بذله من مجهود.

* الشكل (ص 21) غلاف مرجع أجريكولا باللاتينية فى اثنى عـشر كتابًا، دار النشر فروبن، بازل، 1556م.

وكان صدور المرجع بأمر مباشر من الإمبراطور. وفى العام التالى مباشرة بدأت ترجمته إلى الألمانية. ويبدأ المرجع برسالة من أجريكولا التى تظهر فيها خلفيته الطبية والفلسفية الغنية الرائعة.

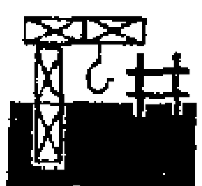
وقد شهد عام 1912م صدور الترجمة الإنجليزية الكاملة للمرجع فى ملابسات تستحق الذكر. حيث يرجع الفضل فى صدورها إلى هربرت هوفر، الرئيس الواحد والثلاثين للولايات المتحدة الأمريكية، الذى كان قبل انغماسه فى الحياة السياسية الأمريكية من أفضل مهندسى المناجم الأمريكيين. وهو مؤسس مجلة المناجم عام 1909م Mining Magazine التى أصدرها لمنافسة مجلة Mining Journal، وقد اتحدت المجلتان بعد ذلك. وكانت زوجته لو هنرى هوفر، وهى جيولوجية تجيد اللاتينية، قد أسعدها الحظ بالعثور فى لندن عام 1905م على نسخة أصلية باللاتينية لمرجع أجريكولا. وفى الحال كتبا إلى أستاذهما المشترك بجامعة ستانفورد ويدعى برانر يسألانه إذا ما كانت هناك ترجمة بالإنجليزية لهذا المرجع، الذى أجابهما بالنفى. ومن ثم عقدا العزم على القيام بإعداد ترجمة إنجليزية كاملة لمرجع أجريكولا بالاستفادة بمعلوماتهما فى هندسة المناجم والفلزات من ناحية الزوج، وفى الجيولوجيا واللغة اللاتينية من ناحية الزوجة، ولقد عملا بجد واجتهاد من عام 1907م حتى عام 1912م، وهو تاريخ صدور ترجمتهما الإنجليزية الكاملة فى 670 صفحة، شاملة هوامش وملاحظات وإضافات هامة، قاما بها بعناية بل ويعتبر البعض إضافاتهما عملاً قيمًا فى حد ذاته مكملاً لعمل أجريكولا ومؤرخًا لصناعة التعدين والفلزات زمن أجريكولا.

أما بالنسبة للترجمة الروسية الكاملة للمرجع، فهى التى استخدمتها فى إعداد هذا العرض الأطلسى الموجز. وقد أشرت سابقًا إلى ملابسات عثورى على نسخة منها فى موسكو. وقد صدرت عن أكاديمية العلوم السوفيتية

(وقـتهـا) فى سلسلة (كـلاسيكـيات العلم) عـام 1962م، وكان عـدد النسخ الصادرة ألفى نسـخة فقط، فى بلد يـزيد تعداد سكانه عن 220 مليون نسـمة (الاتحاد السوفيتى سابقا).

وتحتـوى الترجمـة الروسية الكاملة فى بـدايتها على رسـالة أجريكولا، وهى التى أشرنا إليهـا سابقًا. وبلغ عدد صـفحات الترجمـة الروسية الكاملة حوالى 599 صفحة، منها المرجع نفسه بكتبه الاثنى عشر فى 540 صفحة وبها 294 لوحـة، هى فى حد ذاتهـا عمل فنى رائع، حـيث كلف مجـموعـة من الفنانين المبدعين بإعـدادها لتوضيح أفكاره واستنتاجاته. وقام بإعـداد الترجمة الروسية الكاملة مجموعة من الأكاديميين السوفييت (وقتها) برئاسة الأكاديمى أ.ج بتـروفـسكى. ولم يفـتـهم أيضًـا أن يضـيـفـوا الهـوامش والملاحظات والشروحات القـيمة على النص الأصلى، فى نهاية التـرجمة الكاملة، وذلك لرسالة أجريكولا وللكتب الاثنى عشر، كل على حده.

هذا عن الترجمـات الكاملة وملابساتها، ونعـود مرة أخرى إلى المرجع نفسه، حيث لاحظت أنه قد أشار فى رسالته إلى أنه قد استفاد من الإنجازات الكبـرى للعلماء من العـرب والمسلمـين الذين سبـقوه وترجـمات أعمـالهم، وخـاصة جـابـر بن حيـان (721 - 815م) وابن سينا (980 - 1037م) ومن غيرهم من علماء الغـرب. وقد ظهرت فى كتاباته خلفيته الفلسـفية والطبية، حيث اهتم بالأمراض المهنية لصناعة التـعدين والفلزات وبتأثيراتها الضارة على المُعَدِّنين. كـما اهتم بالشـراكة والعمل التـعدينى وتوصيف العـمالة وقتـها، وكـذلك بالنواحى القانونـية ونظم العـمل التعـدينى سـواء فى المناجم أو فى وحدات تجهيز الخامات واستخـلاص الفلزات. ولقد اعتبر الكثير من المؤرخين مرجـعه وصـفًا تاريـخيًـا لتلك الفتـرة فى أوروبا فى القرنين الخـامس عـشر والسادس عشر الميلاديين.





ولم يضع أجريكولا عنوانًا منفصلاً لكل من كتبه الاثنى عشر، وقد كان ذلك هو المعتاد وقتها، إلا أنه يمكن القول بإيجاز إن محتوياتها كانت كما يلى:

الكتاب الأول: ردود على المزاعم وبعض الاعتراضات المثارة ضد عمليات التعدين واستخلاص الفلزات ومقارنتها بالأعمال الزراعية من قبل المعارضين.

الكتاب الثانى ويتناول البحث عن الخامات واكتشاف تواجداتها.

الكتاب الثالث وبه تعيين مواقع تواجد الخامات وامتداد عروقها أو طبقاتها.

الكتاب الرابع ويشمل أعمال مساحة المناجم والقياسات وتحديد حقول المناجم وأسس الشراكة والعمل التعدينى وتوصيف للعمالة.

أما الكتابان الخامس والسادس فيتناولان إنشاء الآبار ومواقعها وطرق التشغيل فى المناجم والأمراض المهنية بين المُعَدِّنين وطرق الوقاية منها وعلاجها.

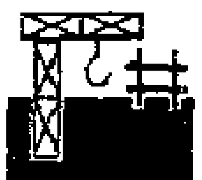
ويحتوى الكتاب السابع على طرق أخذ العيّنات وتحليلها.

ويشمل الكتاب الثامن على طرق ومعدات تجهيز الخامات وتركيزها.

أما الكتب التاسع والعاشر والحادى عشر فبها بعض طرق فصل الفلزات عن بعضها البعض وتفصيلات الأفران المستخدمة فى ذلك.

واختص الكتاب الثانى عشر والأخير باستخراج الأملاح من المياه والمحاليل المحتوية عليها وكذلك تصنيع الزجاجيات.





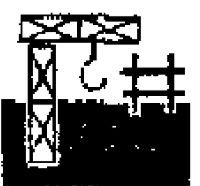
ثالثا - منهج إعداد العرض الأطلسى الموجز بالعربية:

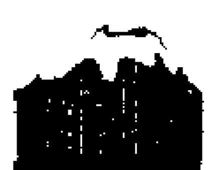
باديءَ ذى بدء، كان لابد لى من استبعاد فكرة إعداد ترجمة كاملة لهذا المرجع القيّم باللغة العربية. وذلك لسببين أولهما أن هذا الإعداد يحتاج إلى وقت طويل جدًا، قد لا تكون فى العمر بقية تتسع له من ناحية، والصعوبة، بل والاستحالة المتوقعة لإمكان طباعة ونشر مرجع سوف يصل إلى حوالى ستمائة صفحة تحتوى على حوالى 294 شكلاً، مع قلة المتخصصين المهتمين بصناعة التعدين والفلزات من ناحية أخرى.

وعلى ذلك، فقد اتجهت إلى إعداد عرض أطلسى موجز لأهم أفكار وآراء أجريكولا، مع اختيار لعدد مناسب، بلغ فى هذا العرض 155 لوحة فى 155 شكلاً هامًا من إجمالى 294 شكلاً بالمرجع الأصلى. أى أن عدد لوحات العرض الموجز حوالى نصف لوحات المرجع الأصلى، وهى نسبة لا بأس بها، خاصة أنها لوحات ممثّلة مختارة.

ولقد راعيت بعض القواعد فى إعداد العرض الموجز أهمها:

* المحافظة على الأسلوب السائد وقت إعداد المرجع الأصلى، من حيث عدم ذكر عنوان مستقل لكل كتاب، على اعتبار أنه فى ذلك الوقت كانت كل تلك الموضوعات بالكتب الاثنى عشر مرتبطة ببعضها البعض، ولم تكن تخصصات مستقلة كما هو الحال حاليًا، وكذلك عدم استخدام عناوين ثانوية كما بالمرجع الأصلى.
* الابتعاد عن كثير من التفصيلات فى كثير من العمليات، حيث قد تجاوزتها العلوم الحديثة، بل وأصبحت من البديهيات، مع الاحتفاظ بالاتجاه الأصلى لأفكار وآراء أجريكولا.
* الاستعانة بالوحدات التعدينية المستخدمة وقتها، سواء فى الأطوال أو الأوزان، ومنها الأطوال الساجين (ويساوى ثلاثة لوكات) واللاكستر، وفى الأوزان السنتنر والأوقية، مع ذكر ما يعادلها بالمتر والكيلوجرام فى الترجمة.





* حذف بعض الأشياء الغريبة التى كانت سائدة وقتها فى أوساط المُعَدِّنين، ومنها احتمالات تواجد حيوانات أسطورية غريبة تسمع أصواتها فى الأعماق تحت سطح الأرض، والإضافات التى كانوا يضيفونها أثناء معالجة الخامات مثل الخل، بل وبول الأطفال، مما يجعلها أشبه بالوصفات البلدية المحلية فى وقتنا هذا.
* التركيز بشكل خاص على المعدات والماكينات السائدة زمن أجريكولا فى أعمال التعدين والفلزات، حيث إنها، وبلا جدال، تعتبر أساسًا علميًا لكثير مما لدينا الآن من معدات وماكينات.

وأختتم هذه المقدمة العامة للعرض الأطلسى الموجز باللغة العربية بقائمة المراجع المستخدمة، سواء فى إعداد المقدمة أو فى الترجمة، ثم بشكر واجب لزملاء تابعوا هذا العمل. ثم أترك المجال بعد ذلك للقارئ مع أجريكولا وكتبه الاثنى عشر.

رابعا - قائمة المراجع:

1 - AGRICOLA, G.,

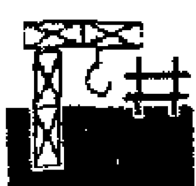
De Re Metallica (On the nature of metals, or About Mining and Metallurgy), Editor in Chief I.G. Petrovski, Soviet Academy of Science, Series of Scientific Classics, Moscow, 1962 (In Russian), pp. 599.

2 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica, translated by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, Dover Publications, Inc., 1950 (Reprint of the 1912 edition).

3 - TAKACS, L.,

Quicksilver from Cinnabar: the first documented mechanochemical reaction, JOM, Jan. 2000, pp. 12-13.





4 - JOHN H. LIENHARD,

Engines of our Ingenuity, No. 139, Hoover and Agricola, 1988 - 1997, http://www.uh.edu.engines,epi 139.htm.

5 - CHRIS HINDLE,

New watch, Mining Magazine, Vol. 193, No. 2, August 2005.

خامسًا: شكر واجب:

أتقدم بالشكر إلى الزملاء الأعزاء الذين تابعوا هذا العمل، منذ أن كان فكرة لم تدخل إلى حيز التنفيذ، وقدموا الدعم والتشجيع إلى أن صدر فى صورته الحالية. وأولهم أ.د. محمد جمال الدين خليفة، وأ.د. على فهمى عبد السلام، وأ.د. يسرى فتح الله بركات، الأساتذة بمعهد التبين للدراسات المعدنية... وأخيرًا وليس آخرًا، أ.د. محمد رجائى الطحلاوى، أستاذ الجيولوجيا بهندسة أسيوط ورئيس جامعة أسيوط ومحافظ أسيوط الأسبق، الذى أمدنى ببعض المعلومات عن مراحل هامة من حياة أجريكولا.

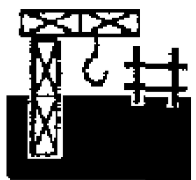
كما أود أن أشكر المهندس/ عبد المسيح توفيق، على جهوده المتميِّزة التى كان من نتيجتها صدور هذا العرض الأطلسى بصورته الحالية بين يدى القارئ العزيز.

وأسأل الله تعالى التوفيق والسداد،

أ. د. عادل سليمان عبد الخالق

أستاذ هندسة المناجم

بمعهد التبين للدراسات المعدنية







عن التعديـن والفلـزات

DE RE METALLICA

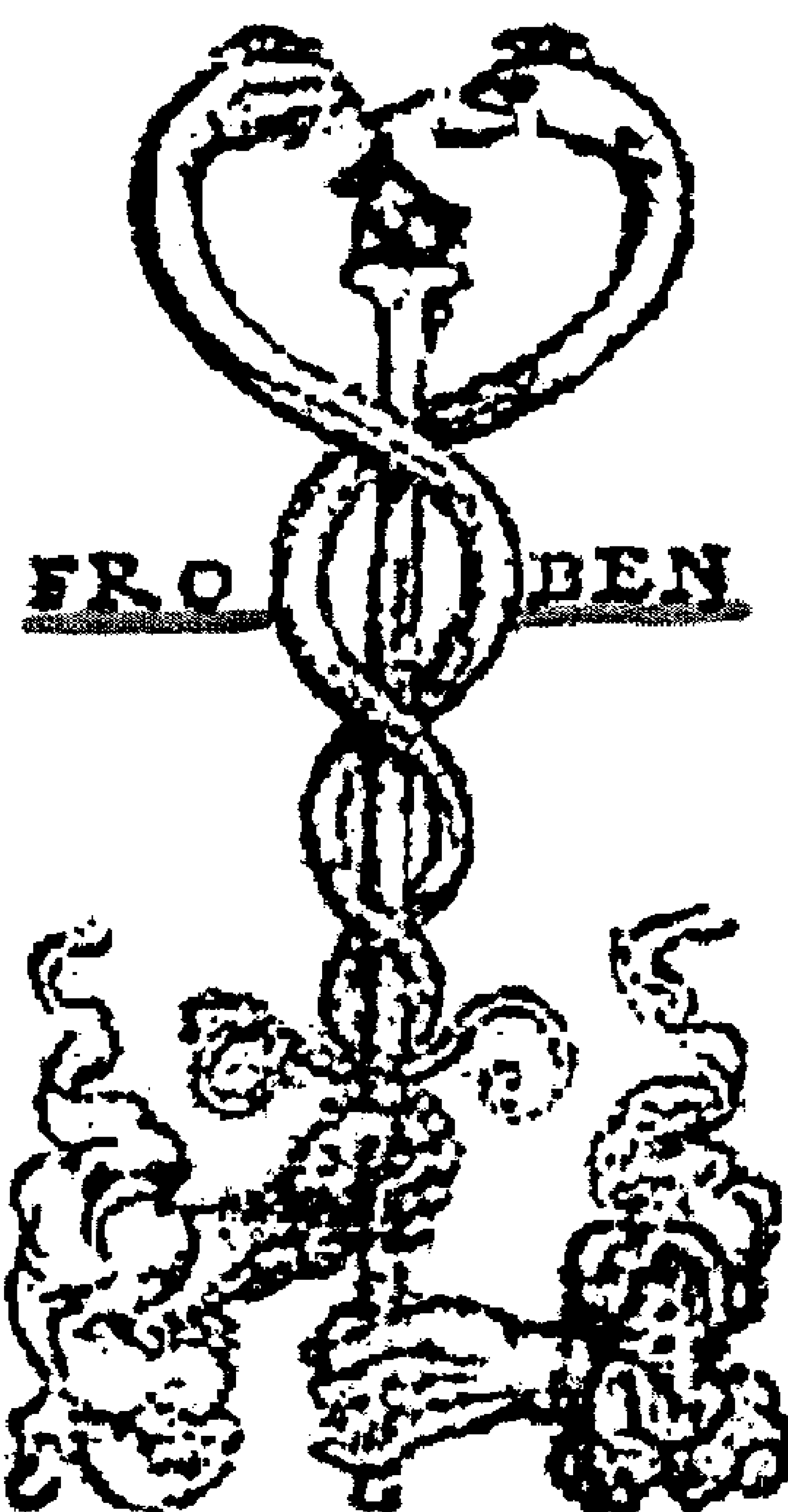
عرض أطلسي موجز

GEORGII AGRICOLAE

DE RE METALLICA LIBRI XII. QVIbus Officia, Instrumenta, Machinae, ac omnia denique ad Metallicam spectantia, non modo luculentissime describuntur, sed & per effigies suis locis insertas, adiunctis Latinis, Germanicisque appellationibus ita ob oculos ponuntur, ut clarius tradi non possint.

EIVSDEM

DE ANIMANTIBVS SVBTERRANEIS Liber, ab Autore recognitus: cum Indicibus diuersis, quicquid in opere tractatum est, pulchre demonstrantibus.



BASILEAE M. D. LVI.

Cum Priuilegio Imperatoris in annos V. & Galliarum Regis ad Sexennium.

الكتاب الأول

إن الفكرة العامة السائدة حاليًا (أجريكولا) عن أعمال التعدين والفلزات، أنها أعمال تعتمد على الصدفة وليس لها منهج معين، وهى من الأعمال غير النظيفة التى تعتمد على القوة الجسمانية كم أنها ليست أعمالاً فنية، ولكننى أعتقد جازمًا (أجريكولا) أنها أعمال فنية بالدرجة الأولى. فعلى القائمين بأعمال التعدين أن يتعرفوا على أماكن تواجد الخامات لاستخراجها، سواء أكان ذلك فى الوديان أو على سفوح الجبال والتلال والهضاب. وعليهم أن يتعرفوا على طبقات الخامات وعروقها وكذلك على ما يحيط بها من صخور. كما أن على المُعَدِّن أن يكون ملمًا بطريقة تنفيذ وإنشاء المغارات تحت الأرض، وكذلك بطرق تجهيز الخامات وتركيزها، ومن ثم استخلاص الفلزات منها بالإضافة إلى تشغيل مختلف أنواع الأفران التى تختلف باختلاف المعادن والفلزات المطلوب استخلاصها، فاستخلاص الذهب يختلف عن استخلاص النحاس أو الفضة وغيرها.

كما أن استخراج المواد السائلة كالبترول والمياه، كذلك الأملاح والبتيومين وغيرها وثيق الصلة بأعمال التعدين، على عكس ما يعتقد البعض.

وعلى القائمين بالتعدين أن يكونوا على معرفة جيدة بعلوم وفنون عديدة ومنها معرفة باطن الأرض وكيفية النفاذ إليه، بل وبعض المعلومات الطبية للحفاظ على صحة وحياة العاملين فى المناجم، وخاصة مبادئ الإسعافات الأولية. كما يشمل ذلك بعض المعلومات الفلكية عن طبيعة الأرض وموقعها فى الفضاء الخارجى وعلوم المساحة وإنشاء الخرائط. وكل ذلك بالإضافة إلى معرفة كيفية تشغيل المعدات والماكينات والرسم الهندسى، مع خلفية قانونية لازمة عن حقوق الترخيص واستغلال حقول الخامات والمواد الأولية.

ولكل ذلك، فإننى (أجريكولا) أنصح المُعَدِّنين بالاطلاع على هذا المرجع وعلى غيره من كتاباتى السابقة، وكذلك بالاستفادة من الخبرات المتراكمة لدى قدامى المُعَدِّنين كل فى مجاله، كتنفيذ وإنشاء المغارات وأعمال غسيل الخامات وأعمال أفران الاستخلاص. وكذلك عليهم الإلمام بحقوق استغلال الخامات وغير ذلك. وإننى على أتم الاستعداد لتقديم العون لكل من يطلب منى المساعدة فى تلك المجالات وغيرها.

وإلى كل من يعتقد بعدم جدوى أعمال التعدين والفلزات، أتوجه بالسؤال (أو حتى إلى واحد فى المئة منهم فقط): ألم تشعر بالاحتياج فى وقت ما إلى مادة أولية أو إلى معدات وأدوات من الحديد وغيره من الفلزات للاستخدام فى حياتك اليومية؟ وليس هذا فقط بل أسأل: ألم يحقق الكثيرون ثروات لا بأس بها من العمل فى مجالات استخراج الخامات واستخلاص الفلزات منها؟

وعلى من يعمل فى تلك المجالات أن يبحث أولاً فى جدوى تشغيل خام أو مادة بعينها معتمدًا على المعرفة والخبرة والجهد. وفى ذلك أتوجه إلى المزارعين بأن من يستخرج الخامات أشبه بمن يستزرع أرضًا يملكها. فهل تستوى الأرض الخصبة فيما تنتجه من محصول بتلك الجرداء أو شبه الجرداء التى تحتاج إلى جهد أكبر لتعوض مالكها عما بذله من جهد؟ ولعل ذلك يوضح لماذا يجنى بعض المُعَدِّنين الأرباح بينما لا يربح الآخرون.

كما يحدثنا تاريخ التعدين عن ملوك وحكام ومستثمرين اهتموا بالتعدين وحققوا منه فوائد كثيرة سواء لبلادهم أو لأنفسهم، على عكس ما يعتقده معارضو التعدين، المتعصبون للزراعة باستقرارها وبالانعدام النسبى لعنصر المخاطرة فيها، من أنه لا فائدة من أعمال التعدين. ومن الأمثلة التعدينية الناجحة مناجم الفضة بفرايبورج بألمانيا، التى بدأ تشغيلها منذ أربعمائة عام

ومازالت مستمرة، ومناجم الرصاص فى جوسلار العاملة منذ ستمائة عام ومناجم الذهب والفضة فى شيمنتز وكريمنتز التى بدأ تشغيلها منذ ثمانمائة عام تقريبًا.

ويقول المعارضون للتعدين إن أعمال التعدين تكون فى منجم واحد وقد لا تكون عملية الاستخراج مربحة فيه، والرد على ذلك أنه فى كثير من الأحوال ينتقل العمل إلى مناجم أخرى فى نفس حقل الخام، إذا لم يحالفنا التوفيق فى المنجم الأول، والمثال على ذلك مناجم فرايبورج أيضًا.

وليس لدى النية أن أجادل فى أن العمل الزراعى يتميز بثبات الدخل المتوقع منه بالمقارنة بتعدين الأرض، وقد يكون أكثر راحة، إلا أن دخل التعدين أكبر بكثير. وبمقارنة الدخل العائد من منجم للرصاص بدخل استزراع نفس المساحة فى نفس الموقع من الأرض، نجد أنه يعادل الضعف، فما بالنا إذا كان الفلز المستخلص هو الذهب أو الفضة. وقد أشار إلى ذلك كسينوفورت حينما تحدث عن منجم للفضة مجاور لأثينا فى اليونان، حينما قال إن ذلك المنجم يفتح بيوت عدد كبير من الناس أكثر بكثير من استزراع نفس المنطقة. وعلى ذلك فإننى أدعو المُعَدِّنين إلى ألا يترددوا فى استخراج الخامات واستخلاص الفلزات أينما وجدوها فى الوديان والسفوح والجبال.

ومما يقال أيضًا أن أعمال التعدين خطيرة ومدمرة لصحة المُعَدِّنين سواء بسبب سوء التهوية فى المناجم أو تصاعد الغبار والأتربة المؤثرة بالسلب على رئاتهم، كما أنهم معرضون لأخطار الانهيارات التى قد تحدث فى المغارات تحت سطح الأرض. وفى ذلك أقول إنهم يقومون بواجبهم نحو توفير المواد الأولية والفلزات المطلوبة لنهضة البشرية جمعاء. وهم فى تعرضهم للمخاطر

المهنية مثلهم مثل البحارة وعمال الإنشاءات فى المبانى العالية وغيرهم. وعلى أية حال فإن الحوادث والإصابات نادرة الحدوث.

كما أن هناك مدخلاً فلسفيًا لمعارضة أعمال التعدين والفلزات، حيث يقول البعض إن الإنسان جسم وروح لا يحتاج إلى مواد أولية أو فلزية، أى يكفيه أن يحصل على كفايته من الغذاء والكساء من الناتج الزراعى للأرض ومما يحصل عليه من تربية حيواناته الأليفة فى مزرعته. إلا أنهم بذلك يتناسون احتياجات الإنسان إلى التمتع بحياته بصورة أفضل وأكثر راحة باستخدام المواد الأولية والفلزات المطلوبة لأدواته ومعداته.

كما أن هناك ما يتردد عن مضار شيوع الطمع والجشع فى المجتمع للحصول على الذهب والفضة بما يصل إلى حد الخيانة والسرقة والقتل. بل ويقولون إن الحديد بعد استخلاصه يجرى تصنيعه إلى سهام قاتلة وقذائف مدمرة، والرد على ذلك أن الحديد مثله مثل غيره من المواد يمكن استخدامه لأغراض شريرة أو لأغراض خيرة، وإننى أعتقد (أجريكولا) أن الله لم يخلق أى شىء فى الكون إلا وله فائدة للإنسان المؤمن بربه. وقد وجدت تشابهًا كبيرًا بين الأسماك فى أعماق البحار وبين الخامات والفلزات فى أعماق الأرض، وكلاهما نبذل جهدًا كبيرًا فى الحصول عليه من الأعماق لفائدة كل من يعمل بجد وهمة.

ولا يخفى على أحد احتياج المزارعين إلى أدوات الحرث والمناجل وأدوات فصل الحبوب من سنابلها وغير ذلك، وكلها من الحديد. كما أن الكثير من أوعية حفظ المنتجات الزراعية والحيوانية هى فلزية فى الأساس أو استخدمت الفلزات فى تصنيعها. كما لا ننسى أدوات الصيد، وتصنيع المنسوجات والألبسة من القطن والصوف والكتان، بل وأدوات البناء هى فى الأساس من مواد فلزية.

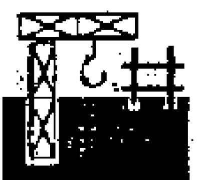
وأنى أعـتقـد جـازمًا أنه لولا الفلـزات المصنّعة لعـاش الإنسـان حيـاة الوحوش فى البرارى ولما أتيـحت له الفرصة ليحيـا حياة متحضـرة ومريحة. والواقع أن التعدين واستخـلاص الفلزات لا يقلان أهمية عن الزراعة، وذلك الذى يكد ويكدح فى حقله آملاً فى محـصول وافر يناظر من يكد ويكدح فى منجمه آملاً فى استخراج الخام واسـتخلاص الفلز المفيد منه. كما أن المُعَدِّنين حقـقوا فوائد كـثيرة لهم ولمواطنيـهم سواء فى المدن أو التـجمعـات السكانية مباشرة أو للمزارعين بتوفير ما يحتاجونه من معدات وأدوات.

وإلى من يقولون إن أعـمال التعـدين والفلزات هى أعمـال غير نظيـفة بطبيـعتها لمـا فيها من حـفر وشوائب وأتربة وأدخنة الأفـران، أقول إن الأقل نظافة هو خداع الناس ببـيع بضائع مغشوشـة أو بإقراضهم بطريق الربا. وإن من يقومون الآن بالتعدين واستخـلاص الفلزات هم أناس أحرار وليسوا عبيدًا كما كان الحال قديمًا، وهـم حرفـيون مهرة يمارسون نوعًا من الفنون الجديرة بالاحترام، وإننى بحكم مهـنتى الأصلية كطبيب أحمل لهم جميعًـا أكبر قدر من الاحترام والمحبة وأقول إن عـملهم الشاق هذا لا يقل احترامًا وتقديرًا عن ممارسة الطب وتخفيف معاناة المرضى.

وإذا كـانت الأسلحة التى يقـاتل بها الـناس بعضـهم بعضًـا تصنع من الحديد والرصاص والنحاس وغيره، كما يقول البعض، فالرد عليهم أنه إذا لم يوجد السلاح فسوف يتـقاتل الناس بالأيدى وبالأرجل، بل وبأسنانهم أيضًا، لأن الشر ينبع من العقول وليس من السلاح. ويحضرنى (أجريكولا) فى ذلك مقولة سقراط: «يتشكل النبيذ بشكل الـوعاء الذى يحتويه وتتشكل الثروة تبعًا لمن يقتنيها وطريقة استخدامه لها».

وعلينا أن لا ننساق وراء الطمع الإنسانى فى الذهب والفضة الذى يؤدى إلى الحروب والنزاعات وأن لا نغض الطرف عن المثل والقيم الإنسانية العليا.





ونعـرف حالات أوشكت سـفن محـملة بالحلى الذهبيـة على الغرق فـاضطر بحارتها إلى إلقاء حمـولتهم الثمينة فى البحر ناجين بحـياتهم. كما أن الثروة قد تؤدى إلى تعاسة صاحبهـا أو إلى سعادته، وكذلك عائد التعدين يجب أن يوجه لخير المجتمع وسعادته.

والواقع أن المناجم تحت السطحية لا تؤثر على سطح الأرض. وحتى لو اقتلعت بعض أشجـار الغابات أثناء إنشاء المناجم تحت السطحيـة فإن المُعَدِّنين يستزرعون الأرض بالقمح وغيره من المحاصيل المفيدة بعد اقتلاع الأشجار.

ولبداية تشغـيل رصيد من الخام فى باطن الأرض، فإن المعـتاد أن يقوم من لديه إمكانيات توفير الأدوات والمعدات اللازمة للتشغيل بالتعاقد مع بعض المُعَدِّنين القـدامى ومعهم مـجموعات مـن العمال بإجراء الأعـمال التعـدينية المطلوبة لاستخراج الخام وبمرور السنوات ومع زيادة عمق المغارات تحت سطح الأرض، فإنه وفى كثير من الحالات يترك مالك المدخل الأصلى المتعاقد العمل فى المنجم، وقـد يستمر المُعَدِّنُون فى الاستخـراج لحسابهم، كما قد يساعدهم الحظ فى إيجاد عـروق جديدة من الخام أو طبقـاته لبدء العمل فى تشغـيلها. وعليهم أن يراعوا الأوضاع القانونية قبل بداية عملهم الخاص، على ألا يعتدوا على حقـوق جيـرانهم سواء فى مناجم مجـاورة أو من المزارعين وأصـحاب الأراضى حول منطقة التعدين.

وختامًـا، أنبه المُعَدِّنين البسطـاء وأحذرهم ممن قد يخدعونـهم، خاصة بالنسبة لتـواجد عروق أو طبقات من الخـام من ناحية، ولتركيـز الخام ومادته المفيدة ونسبتها المئوية من ناحية أخرى.

❋ ❋ ❋

الكتاب الثانى

لقد قـدمت فى كتابى الأول ردًا على بعض ما يقـوله معارضو أعـمال التعدين والفـلزات. وفى كتابى الثانى أوجه بعض الـنصائح والإرشادات إلى المُعَدِّنين أنفسهم (أجريكولا).

وأول ما أقوله للمُـعَدِّنين أن عليهم مراعاة الدقة والحـذر فى أعمالهم، وخاصة فى اخـتيار العاملين مـعهم من ذوى الخبرة والأمـانة، حيث إنه أثناء الاستخراج قد يعثـر العمال على قطع من الذهب الخام فى صورته الفلزية أو على صخـور سوداء يمكن استـخلاص القصـدير منها أو على أحـجار ملونة نصف ثمينة.

ولمن ليس لديه إمكانيات كـبيرة للعمل فى التعـدين أن يتجه إلى أبسط طرق التعـدين ومنها التـرنشات السطحـية وغـسيل رمـال الأنهار والنهـيرات الصغـيرة. كما أن التـرنشات فى بعض الأحيـان قد تكشف العروق المحـتوية على خامـات فلزية. وأن من يعثـر على تلك الرمال المحـتوية على الخـامات المفيدة أو العـروق الغنية، سواء بخبـرته أو بحظه السعيد، سـوف يتحول من الفـقر إلـى الغنى دون أن يتكلف الكثـيـر. وفى الوقت نفـسه إذا وجـد أن الاستخـراج سوف يكلفه الكثير بسـبب زيادة الأعماق أو زيادة تكلفة التـركيز والاستخلاص، فإن عليه أن يتوقف فورًا.

وعلى المعدِّن أن يباشر العمل بنفـسه مع عماله وينزل إلى المغارات تحت السطحية لتفقد حالتها وملاحظة التغيرات فى طبيعة الخام، سواء فى طبقاته أو فى عروقه، إما مباشرة أو من خلال ملاحظة التغيرات فى طبيعة نواتج الحفر.

وقد تقوم الحكومة بالتعدين، وخيـر مثال على ذلك حكومة أسبانيا التى تستخرج خامات الفضة وتقوم بالاستخراج والاستخلاص. وفى هذه الحالة إذا

ما شغّلت الحكومة أكثر من عرق من عـروق الخام فإن الحصيلة النهائية سوف تكون جيدة، حيث تعوض العروق سهلة الاستخراج أية تكاليف إضافية لازمة للاستخراج من العروق العميقة مرتفعة التكلفة.

وعمومًا، فإن تواجـد أكثر من عرق محتو على معـادن أو فلزات مفيدة وتشغيلها فى نفس الوقت، يعطى المُعَدِّنين الأمل فى تحقيق العائـد المنشود من أعمال التـعدين والمعالجة. كـما قد تقوم مـجموعة من المُعَدِّنين بالـعمل سويًا بنظام المشاركـة بحيث يكون لكل منهم حصتـه المتفق عليها من الـعائد. وقد يكتفى البعض بالقيام بأعمال التركيز بالغسيل ومعالجة نواتج الحفر، بل وأكوام الشوائب القديمة الملقاة التى قد تتواجد فيها نسبة من المعادن أو الفلزات المفيدة التى لم يجر اسـتخلاصـها فى عمليـات سابقة بسبب عـدم الدقة فى اختـيار الطريقة المناسبة للتركيز وللاستخلاص.

وقبل البدء الفـعلى فى الاستخراج من العروق والـطبقات، يجب على المُعَدِّن أن يدرس طبـيعة وخواص العـرق أو الطبقة والموقع والغطاء الصـخرى والغطاء النبـاتى فوق وحـول العرق أو الطبـقة، وتواجـد المياه وحـالة الطرق بالمنطقـة، والتأثير المـتوقع لأعمـال التعـدين والمعالجـة على صحة العـاملين والقاطنين بالمنطقة. وكذلك عليه أن يراعى حقوق الملكية والجيرة.

وبالطبع فإن طريقة الاستخراج سوف تختلف من حالة لأخرى فى ضوء العوامل التى سـبق أن ذكرتهـا (أجريكولا)، فالتـشغيـل على سفوح الجـبال والتـلال يختلف عن التـشغـيل فى الوديان. وفى حـالة الغطاء الصخـرى أو النباتى الكثـيف، فإنه يكون من الأفـضل تنفيذ مـجموعـة من المغارات تحت سطح الأرض التى تحتاج إلى توافر الأخشـاب اللازمة لتدعيم أسقف المغارات لمنعـها من الانهيـار على العامليـن والمعدات. وعندمـا تتوافر الميـاه فى الموقع يصبح من السهل استـخدامها فى عمليات التركيـز والغسيل من خلال قنوات

خاصة. وإن تواجد عروق الخامات وطبقاتها قريبًا من شبكة الطرق بالمنطقة يسهل إيصالها إلى المستهلك ويخفض من تكلفة النقل، بما يزيد من العائد الإجمالى لأعمال التعدين والمعالجة.

ولا يفوتنى أن أقول (أجريكولا) إن بعض المواد الناتجة عن أعمال التعدين والفلزات لها تأثير ضار على الصحة، ويجب مراعاة عدم تداولها والابتعاد عنها، أو معالجتها قبل التخلص منها.

وعلى المُعَدِّنين، إذا ما عثروا على مواد ذات قيمة أو على أحجار نصف ثمينة منقولة إلى الوديان، أو فى مجارى الأنهار والنهيرات وشواطئها، أن يقوموا بالبحث عن أصل هذه المواد والأحجار فى المرتفعات المحيطة، التى غالبًا ما تكون درجة جودتها أفضل من تلك المنقولة إلى الوديان. ويحضرنى هنا مثال (البحر الميت) كما يسميه اليهود وما فيه من مركبات كيميائية ذات قيمة كبيرة (أجريكولا).

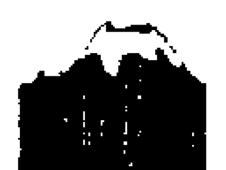
وعلى ذلك، فإن على المُعَدِّن أن يبدأ برمال العيون الجبلية يليها رمال النهيرات الصغيرة ثم الأنهار فى مجاريها البعيدة عن المرتفعات. أما عن المياه نفسها وما قد تحتويه من أملاح ومعادن، فهى ذات أنواع عديدة ومنها الملحية المحتوية على أملاح الصوديوم أو السوداء. الرصاص، وكذلك مركبات البيتيومين وغيرها. ويمكن الحصول على الملح من مياه البحار بعد تجفيفها، كما يمكن الحصول على بعض المعادن الثقيلة على شواطئ البحار كالرمال السوداء.

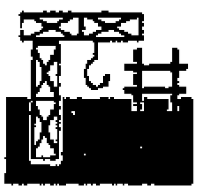
والمعتاد أن يختار المعدِّن موقعًا معينًا من بين عدة مواقع ليبدأ فيه أعمال التعدين. وعليه الاهتمام بتواجدات عروق الخام التى قد تكون ظاهرة على سطح الأرض أو التى تكون مختفية تحت السطح وتحتاج إلى فنون معقدة تحت السطح لاستخراج المعادن المفيدة منها. وكثيرًا ما تحدَّث، الأدباء والشعراء عن

اكتشافات للذهب والفضة حدثت بالصدفة البحتة نتيجة لمطارق العاملين فى قطع الأخشاب فى الغابات، أو نتيجة لتعرية عروق حاملة لفلزى الذهب والفضة المختفية تحت أشجار الغابات بعد حرائق ضخمة أزالت الغطاء النباتى من على العروق فظهرت للعيان. وفى كل الأحوال، لابد من كشف الغطاء النباتى عن العروق قبل التشغيل. وقد يكون الغطاء النباتى من أشجار الغابات أو من الحشائش الكثيفة النامية فوق العروق على السطح.

وعلينا أن نلاحظ أن النواحى القانونية، ومدى قبول الجيران، وخاصة من المزارعين، لا يمكن إغفالها. كما أنه إذا ما عمل أكثر من معدِّن واحد فى استخراج ومعالجة نفس العرق أو الطبقة، فلا بد من إجراء تعاقد ملزم لطريقة توزيع عائد التشغيل، حيث قد يستخرج البعض الأجزاء ذات درجة الجودة المرتفعة، بينما تكون الأجزاء الأقل جودةً من نصيب البعض الآخر من المُعَدِّنين.

وعندما يلاحظ المُعَدِّنون توافر ظواهر طبيعية تشير إلى تواجد الخام فى منطقة معينة، فإن عليهم أن يقوموا بإجراء حفائر لتأكيد وجوده. فإن لم يصادفهم التوفيق فى الحفائر الأولية، فعليهم الاستمرار فى الحفر بطريقة منظمة إلى أن يتضح الوضع الحقيقى للخام وعروقه أو طبقاته. وقد يحتاج الأمر إلى إنشاء وتنفيذ مغارات تحت سطح الأرض لمتابعة مدى التواجد وانتظام درجة جودة الخام. ومن الطريف أن المُعَدِّنين يطلقون على الأنفاق والمغارات أسماء المدن أو الحكام أو المستثمرين فى أعمال التعدين. وقد يطلقون عليها أسماء تدعو إلى التفاؤل مثل (هبة الله)، بل وأحيانًا أسماء الأبطال فقد أطلق فى أسبانيا اسم (هانيبال) على أحد المناجم. وقد تطلق أسماء حيوانات قوية عليها مثل (الأسد) و (الدب)، وغير ذلك.

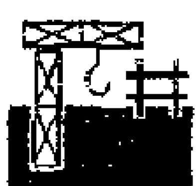




وأخيراً فى هذا الكتاب الثانــى، أود أن أشير (أجريكولا) إلى أن كل ما يقال عن (أغصان كشف المعادن) ما هــو إلا خدعة كبرى، أحذر المُعَدِّنين من الوقوع فـيهـا حيث يحمل بعـض المخادعين هذه الأغـصان المزدوجـة الفروع ويقولون إنها تحدد مواقع عروق الخامــات وطبقاتها، بل ووصل الأمر إلى حد أنهم يدعون كذبًا أن كل نوع من أخـشاب الغصون مخـصص لنوع معين من الخـامات المفـيدة. وتـبين اللوحـة (شكل 2-1) اثنين من هؤلاء المخـادعين يحملان (أغصان كشف المعادن) ومـواقع الحفر التى يقوم بها المُعَدِّنون البسطاء المخدوعـون بناء على توجيـهاتهم المضللة. ولا شك أن بعـض الحالات التى نجحت فيها هذه الخدعة ما هى إلا من قبيل الصدفة البحتة، أو من قبيل سابق معرفة حامل الأغصان المخادع بوجود الخام وامتداده.

وكذلك أشير إلى أنه ليست هناك علاقة ما بأية حال بين تواجد الخامات ودرجة جودتها وبين وضعهـا بالنسبة لتساقط أشعة الشمس عليهـا كما يعتقد البعض.







الكتاب الثالث

بعـد أن تقـدمت (أجـريكولا) بإرشـادات إلى المُعَـدِّنـين فى الكتـابين السابقين، يدور حـديثى فى الكتاب الثالث حول عروق وطبـقات وتواجدات الصخـور والمعادن والفلزات المختـفية تحت سطح الأرض، مـستعـينًا بلوحات مناسبة.

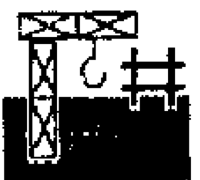
والعروق ذات أشكال وأبعاد عديدة، سواء مـن ناحية العمق أو السمك أو الطول. وعـادة ما يطلق عـلى العروق الممـتـدة من السطح إلى الأعمـاق (العروق العميـقة) وقد يطلق على العرق الممتد بسمك كبـير (عرق عريض)، بل وفى أحيان أخـرى قد يسمـونه (طبقـة) رغم أنه فى حقيقـته عرق وليس طبقة رسوبية.

ولقد سـبق أن اقترحت أسمـاء لتلك العروق، وقد تكون تجمـعات من المعادن، وذلك فى كتـابى عن المصادر الأصلية لتَكَوُّن المعـادن وأسباب تَكَوُّن المواد الأولية تحت سطح الأرض، وقد صدر فى بازل بسويسرا عام 1546م.

وعمـومًا، فـإن بعض العروق قـد يصل سمكهـا إلى 4-5 باساس أو ساجين منجمى (وحدات منجمية قديمة ويساوى الساجين الواحد 3 لوكات أو 6 أقدام، أى حوالى 1.7 مترًا). وقد يكون هناك ازدواجات فى العروق أو قد تتفرع إلى تفريعات فى مخـتلف الاتجاهات. والبعض منها قد يكون ظاهرًا أو مكشوفـًا على سطح الأرض، والبعض الآخـر تحت السطح وغيـر مكشوف. ويطلق المُعَدِّنُون على العروق تعريفات منها الرفيعة والمتوسطة والسميكة حسب سمك العرق أو ثخانته، وهى تختلف من خام لآخر ومن منطقة لأخرى.

كما تعرف العروق باتجاهات امتدادها بالنسبة للاتجاهات الأربعة الأصلية (شمال - جنوب - شرق - غـرب). وبذلك يمكننا أن نتوقع ظهور العرق أو





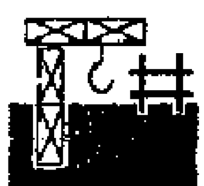
العثـور عليه على السطح (مكشف العـرق) بمعرفة اتجاهه وعـلاقته بالطبـقات الحاملة له، ونستعـين فى ذلك بالبوصلة المغناطيسية المنجمـية التى تنقسم إلى 24 قسمًا. وأورد فيما يلى لوحات تبين مكاشف الطبقات والعروق فى ظروف طبوغرافـية متبـاينة، وأبدؤها باللوحة (شكل 3-1) للبوصلة المسـتخدمة وبها اتجاه الشمـال إلى أسفل والجنوب إلى أعلى ومقـسمة إلى 24 قسمًـا، عليها مسميـاتها باللاتينية بالنسبة للاتجـاهات الأربعة الأصلية. وتتلخص الفكرة فى البوصلة المنجمية فى استخدام الطريقـة التى يقوم بهـا البحارة بالنسبة للبوصلة البحـرية لتعيـين اتجاهات الرياح أثناء إبحارهـم فى أعالى البحـار حتى يمكن للمُعَدِّنين تعيين اتجاهات العروق وامتدادها.

وتبين لوحة (شكل 3-2) عرقين مائلين (C) و(A) ظاهرين على سطح الأرض فى المنطقة المرتفعة يـسار اللوحة. واللوحة (شكل 3-3) لمجموعة من الطبقات الأفقية الظاهرة. أما لوحة (شكل 3-4) فبها عرق سميك مائل (A) وآخر رفيع (B) وهما متوازيان وظاهران على السطح. واللوحة (شكل 3-5) لعرق مائل ميـــلاً خفيفًا (ABC) ظاهر على السطح بين الطبقات (D) و(E) و(F)، واللوحة (شكل 3-6) لعرق مائل ممتد بين جبلين (DEF). أما العروق المتقاطعـة فتوضحهـا لوحـة (شكل 3-7) لعرقين متقاطعين (B) و(A) والخط (C) هو خط تقاطع السطحين العلويين للعرفين.

أما اللوحة (شكل 3-8) فتبين تفريعتين لعرق سميك وهما (A) و(B)، وفى أعلى اللوحة تبدو تفريعـتان لعرق سميك (A) و(B) تتحدان مرة أخرى فى العرق (C) إلى أعلى يمين اللوحة.

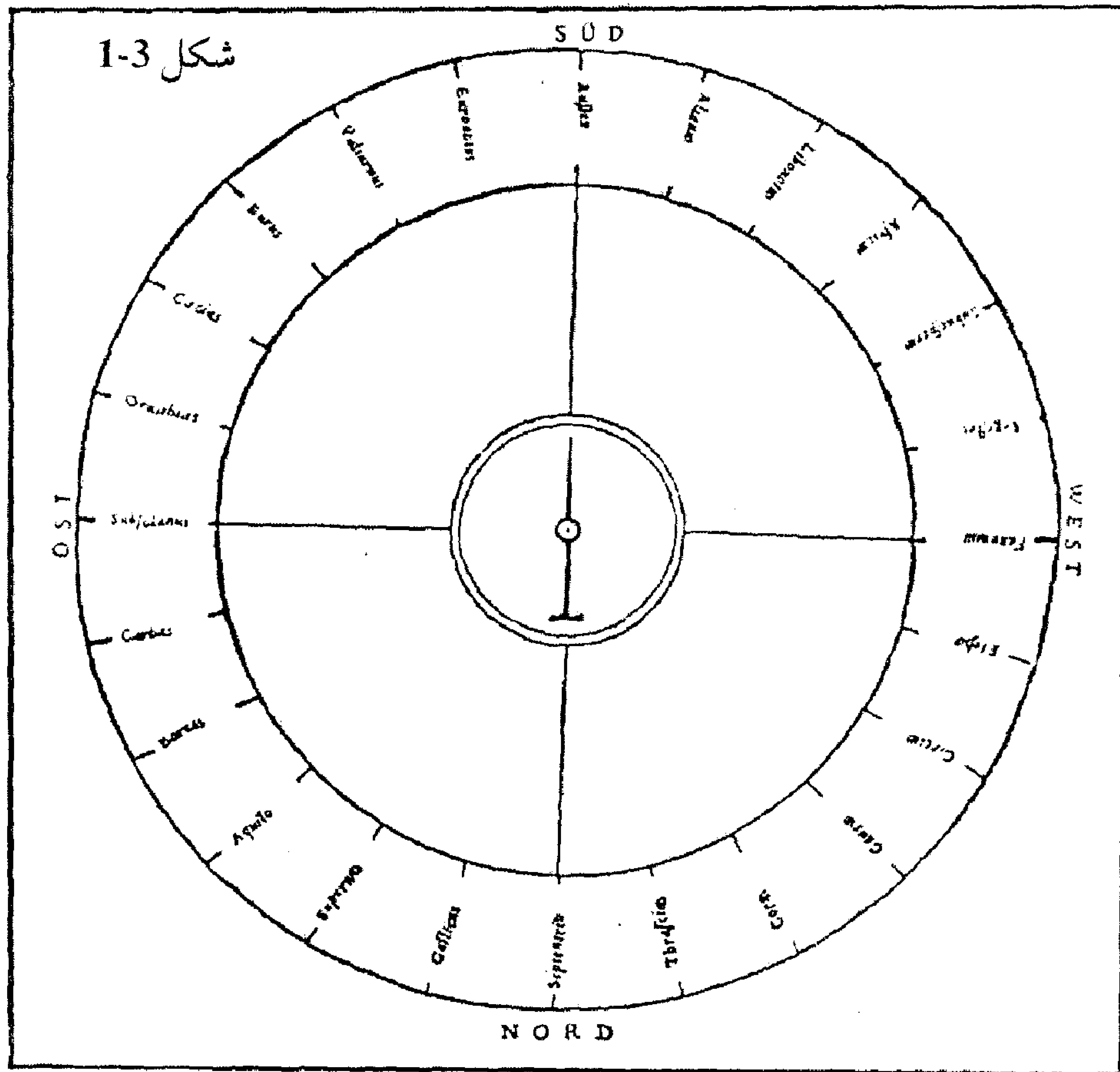
وبالإضافة إلى العـروق والطبقات وطريقة تواجدها فى الطبيـعة، فعلينا الاهتمام أيضًـا بنظم الفواصل وطريقة توزيعها، وتبـينها اللوحة (شكل 3-9) حيث التشققات والفواصل فى الاتجاهين (A) و(B).



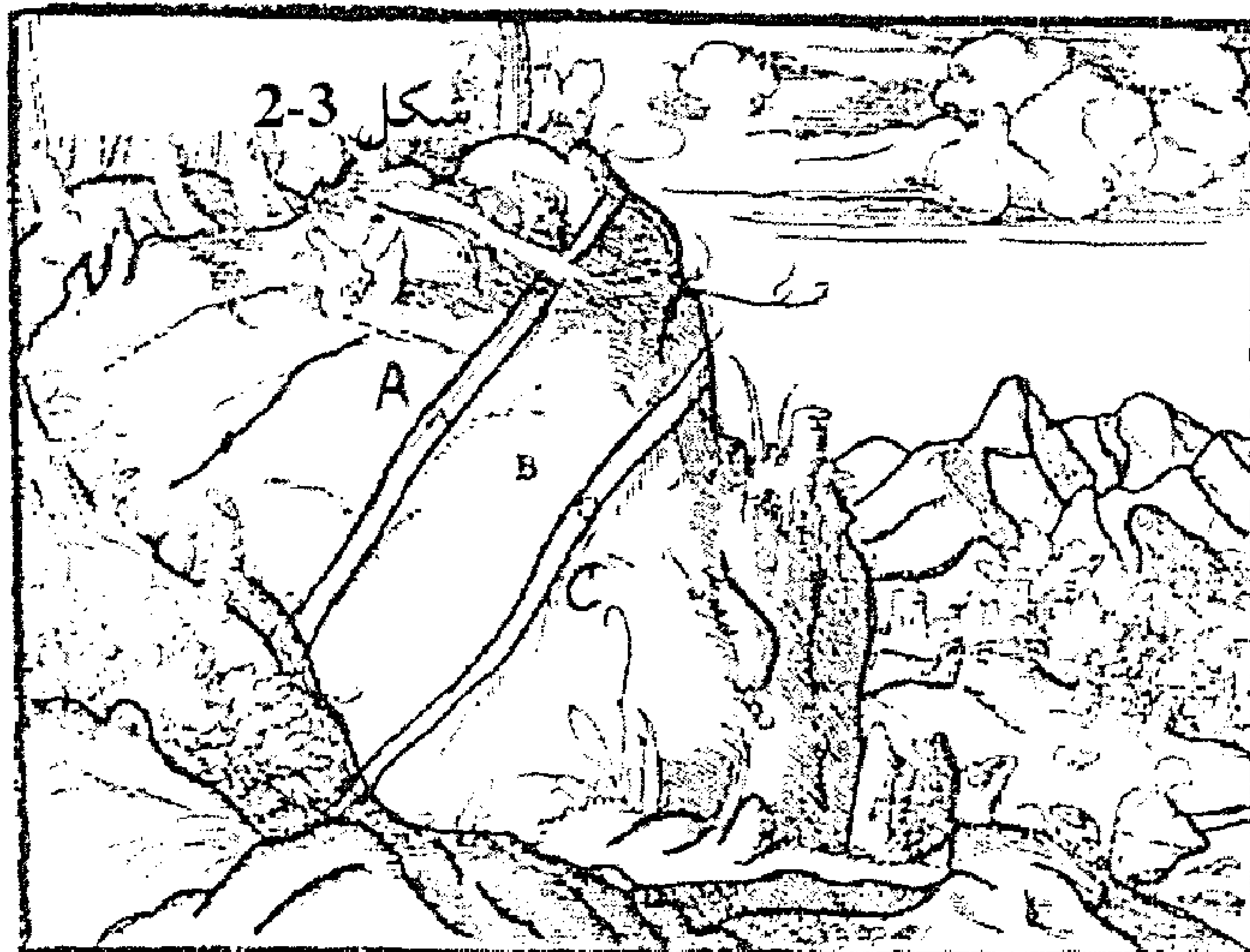


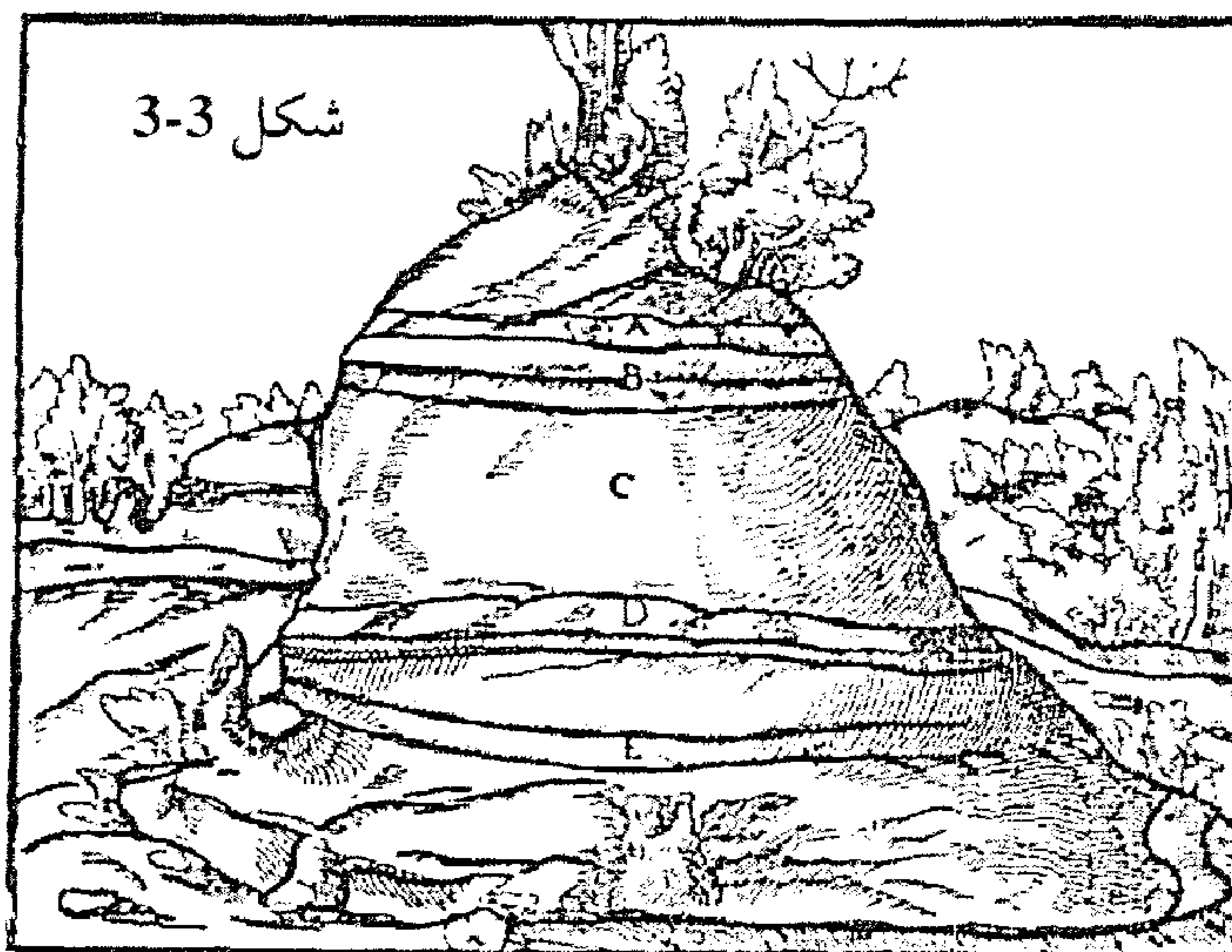
وفى اللوحـة (شكل 3 - 10) تبـدو مجـمـوعة مـن العروق فى أحـد السهول ولن يمكن التـفريق بينها بدون الاستـعانة بالبوصلة المنجميـة لتحديد الاتجـاهات والتفـريعـات للعـروق (A) و(B) و(C) و(D) ويمكن ذلك بعد رسمها على خريطة أو لوحة رسم مناسبة.

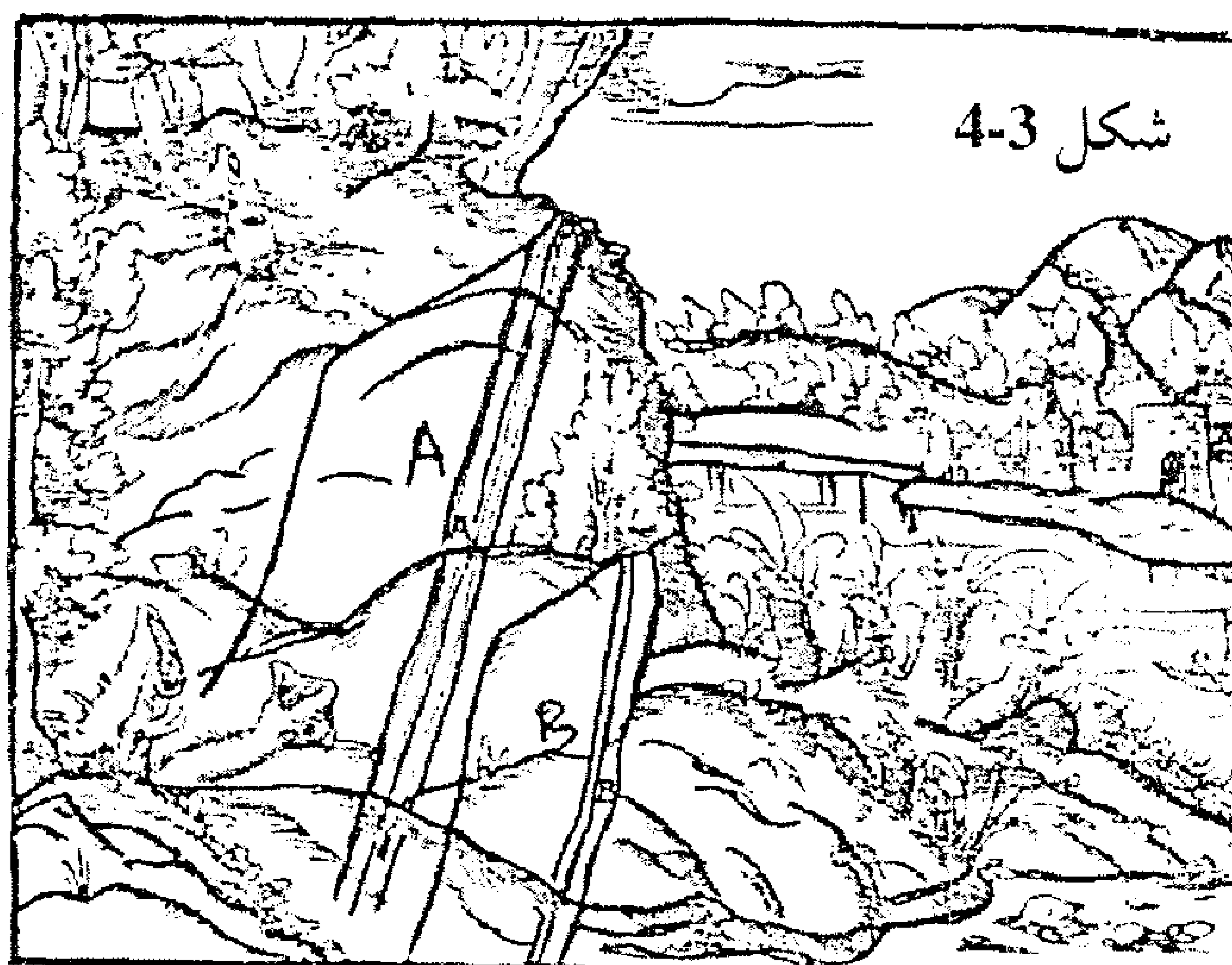
وبمناسبة تعيين الاتجاهات، فلقد اعـتقد البعض أن اتجاهات تيارات مياه الأنهار والنهيرات المتواجد على شـواطئها الذهب الخام فى حالته الفلزية على هيئة صفائح دقـيقة بالنسبة للاتجاهات الرئيسية الأربـعة، لها تأثير على تواجد الذهب، إلا أن ذلك غـير صحـيح بالمرة. حيث يعـتمد تواجـد الذهب على الظروف الجيـولوجية والطبـوغرافيـة، وبالأساس على ظروف تواجـد العروق الأصلية للذهب فى المرتفعات.

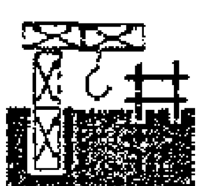


شكل 1-3


شكل 3-2
A
B
C

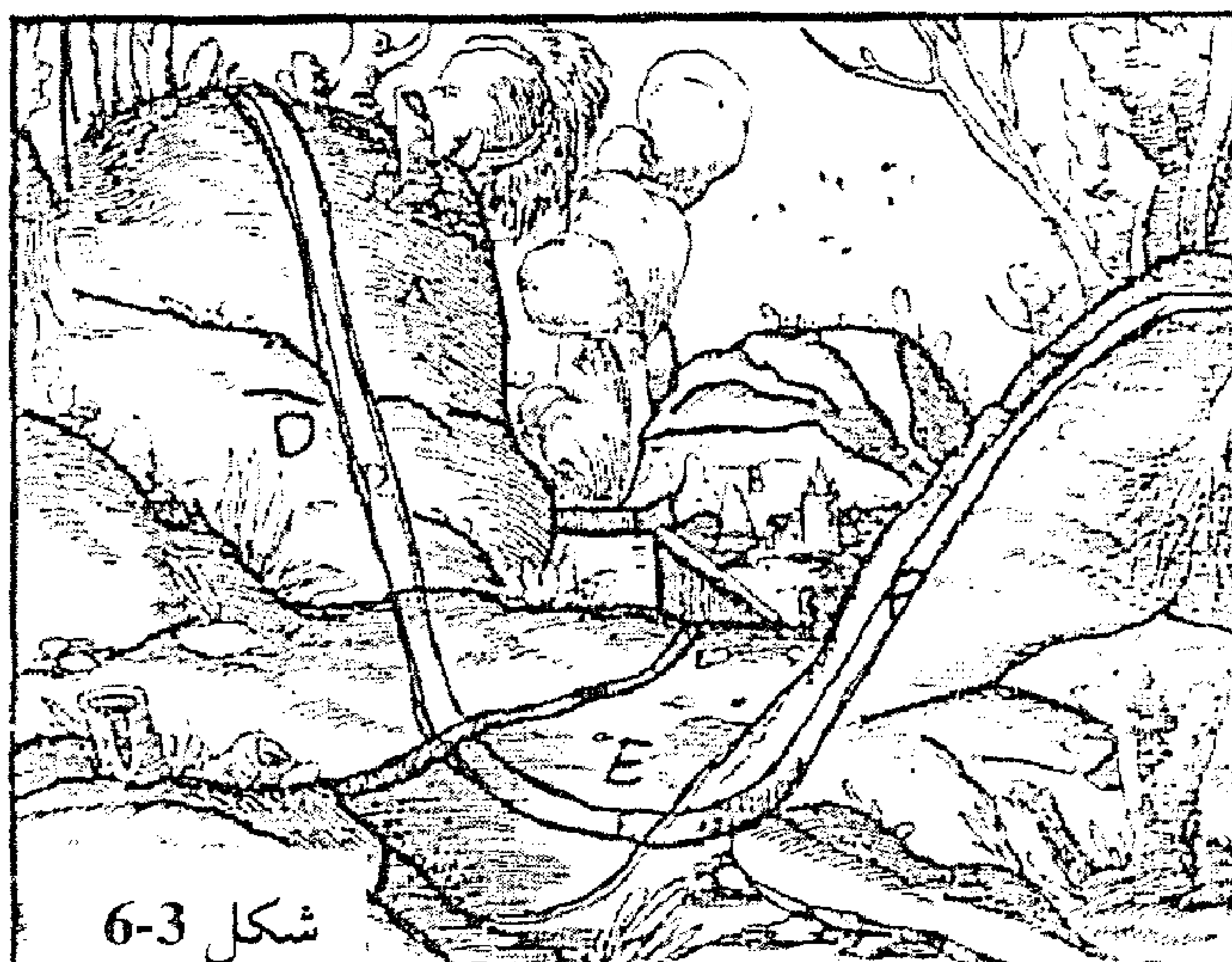

شكل 3-3
A
B
C
D
E


شكل 3-4
A
B

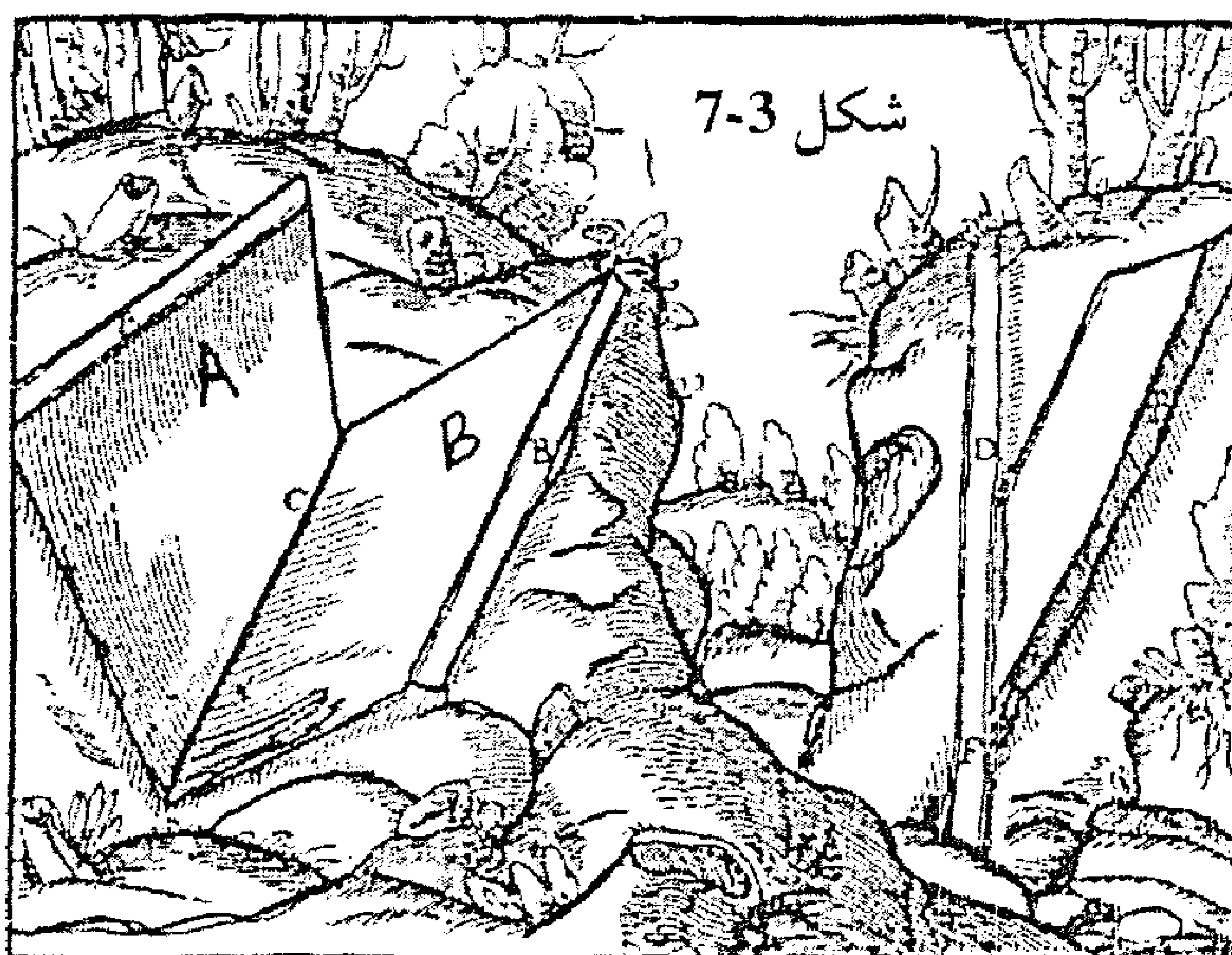





شكل 3-5

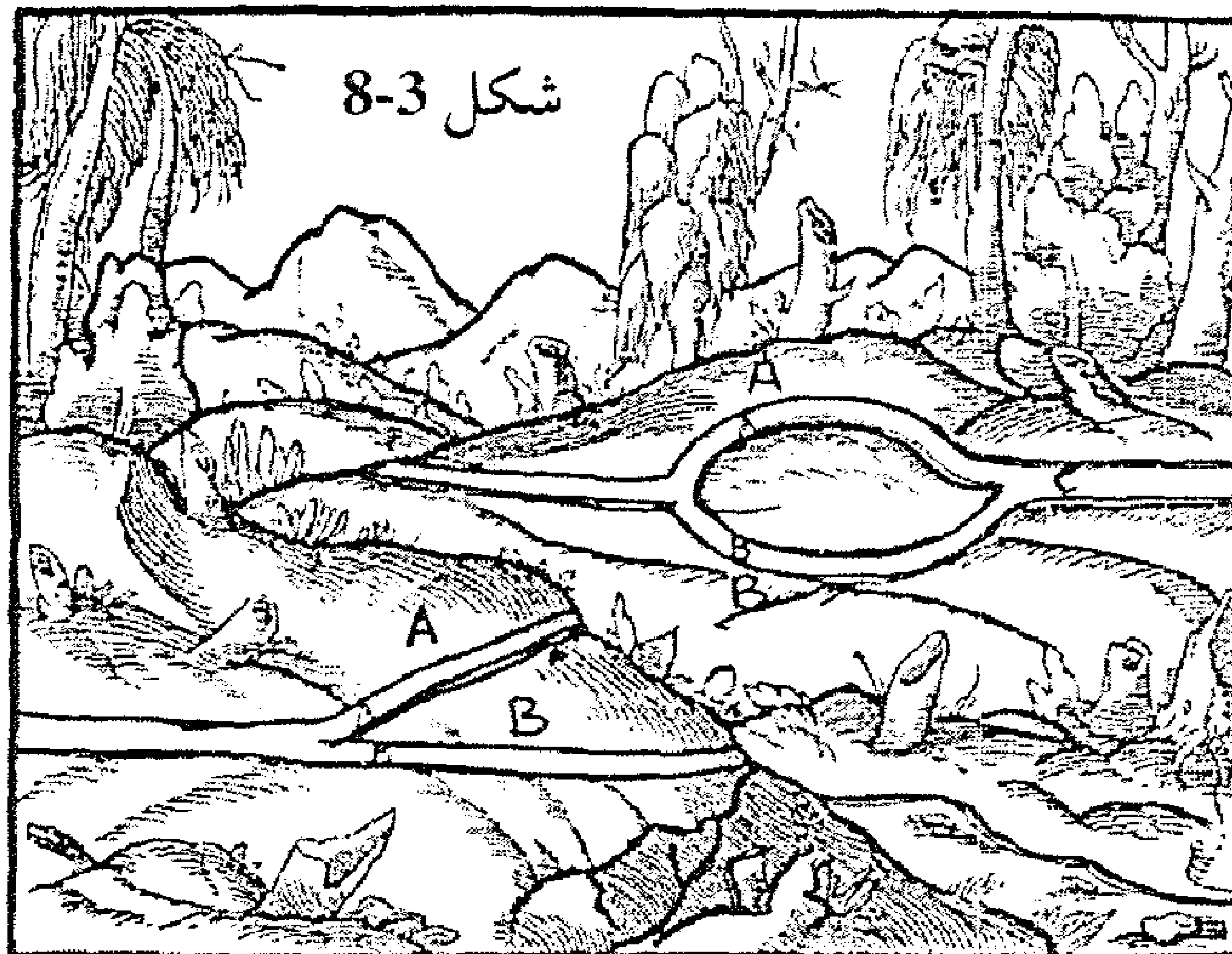


شكل 3-6



شكل 3-7

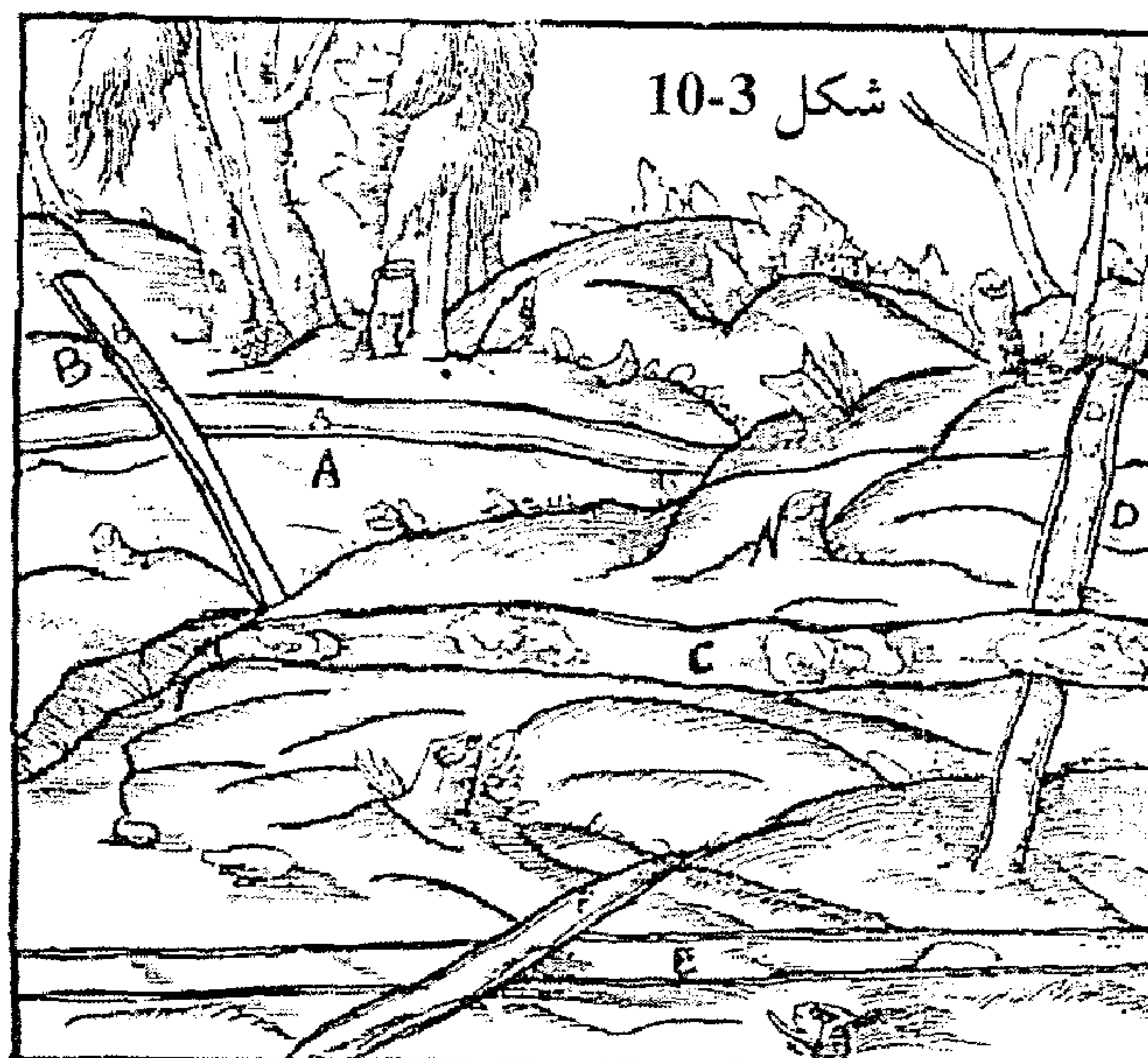


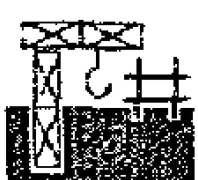
شكل 3-8



شكل 3-9



شكل 3-10




الكتاب الرابع

فى هذا الكتاب الرابع أتحدث (أجريكولا) عن حقول المناجم ومداخلها وطرق القياس، وواجبات المُعَدِّنين سواء بالنسبة لأعمال القياس (المساحة) أو لأعمال الاستخراج.

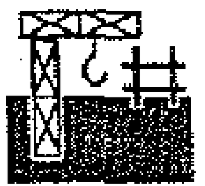
وعندما يقوم المعدِّن بكل ما فى وسعه للتعرف على العروق والطبقات المتواجد فيها الخام وتجد قبولاً لديه ويشعر بجدوى استخراج الخام منها بما يعود عليه بعائد مناسب، فإن عليه أن يعهد إلى أحد المَسَّاحين أن يقوم بتحديد المساحة المطلوبة حتى يستصدر الترخيص أو التصريح اللازم للقيام بأعمال التعدين المطلوبة للاستخراج.

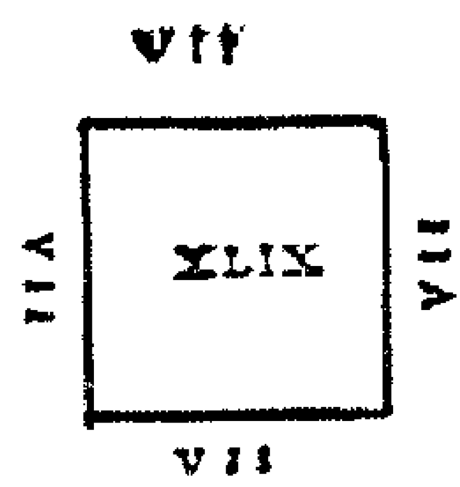
وتعتبر وحدة القياس لدى المُعَدِّنين هى اللاكستر (وهو ما يعادل 1.7 متر ويعادل 3 لوكات أو 6 أقدام لاكسترية حيث القدم اللاكسترى يساوى 28.32 سم). وهناك وحدات قياس متعددة لدى مختلف الشعوب، فعند اليونانيين تسمى هذه الوحدة «الأورجيا» وهى أكبر من 5 أقدام وتنقسم هى الأخرى إلى 6 أقدام يونانية. بل إن هناك الأقدام الرومانية (لدى الإيطاليين).. ويقترب طول القدم الألمانى من القدم اليونانى.

ويأخذ قطاع أو حقل المنجم عادة الشكل المربع أو الشكل المستطيل. وتبين اللوحات بالأشكال من (شكل 4 - 1) حتى (شكل 4 - 5) حقول مناجم مربعة، ومستطيلة بعرض 7 لاكستر (11.9 متر) وأطوال بالمتر 11.9 متر، 14 × 1.7، 49 × 1.7، 42 × 1.7، 28 × 1.7م على الترتيب بمساحات 141.61 مترًا مربعًا، 566.44 مترًا مربعًا... الخ. وموضح على الأشكال المساحات بوحداتها باللاتينية.

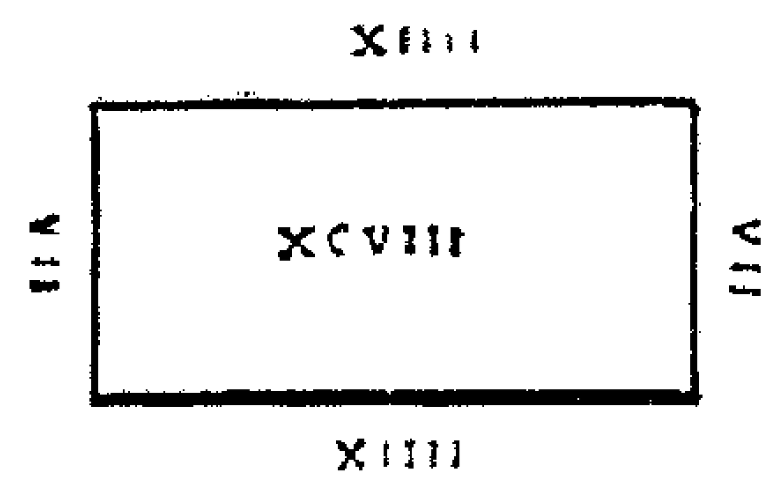
وتنقسم المستطيلات الكبيرة إلى مستطيلات أصغر منها تبعًا لأعمال الحفر والتعدين. ويجب على المساح أن يراعى هذه الأقسام عند إجراء قياساته



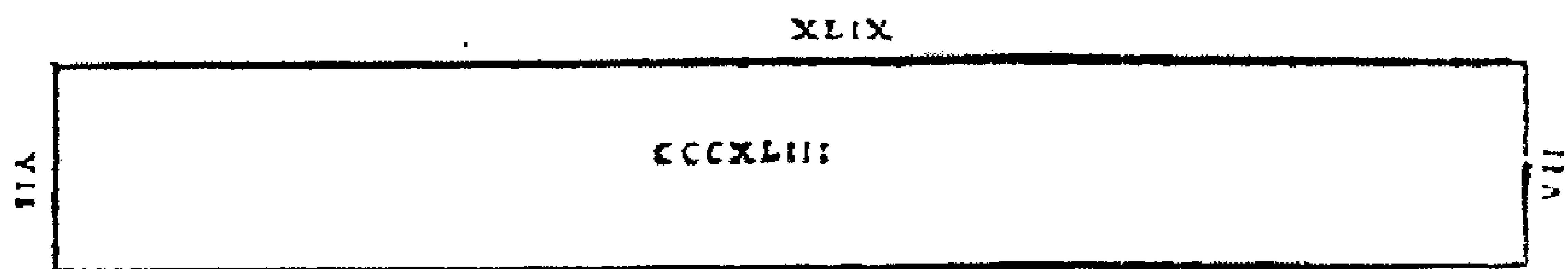




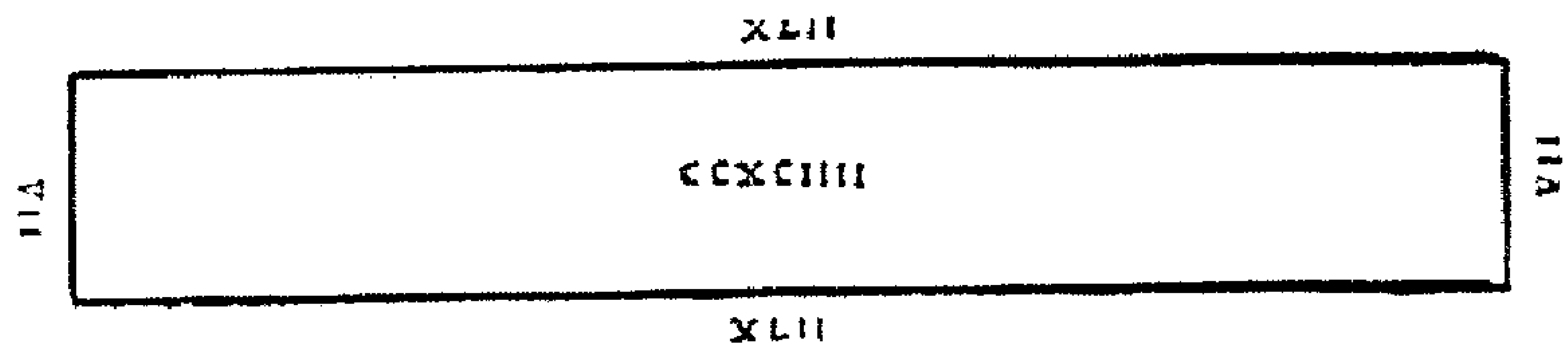
شكل 4-1



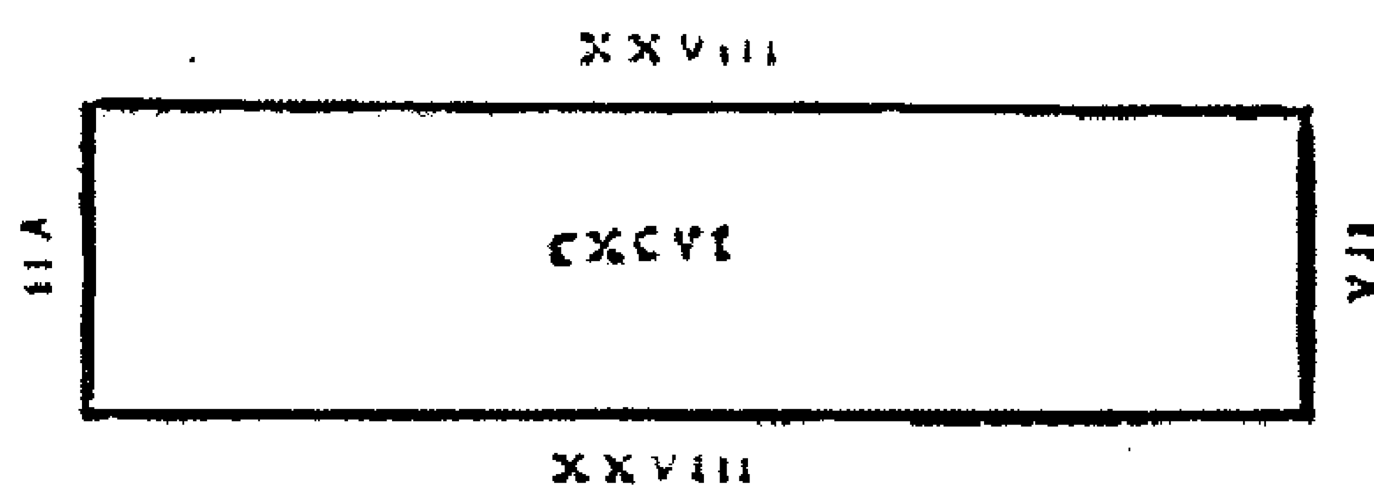
شكل 4-2



شكل 4-3



شكل 4-4



شكل 4-5

ليحدد أيهـا أنسب لبـداية الحفر وتنفيـذ وإنشاء المغارات تحت سـطح الأرض، وكذلك عليه أن يراعى الترتيب المخطط لتقدم أعمال التعدين من قسم لآخر. ويطلق على القسم الذى تبـدأ فيه أعمـال تجهيز حقل المنجم بـإنشاء المغارات الموصلة لجسم الخام، القسـم الرئيسى. وعلى المسّـاح أن يحدد بدقـة الحدود المزمع اتخاذها بين قسم وآخر وأن يراعى التراخيص الممنوحة للمعدنيين وذلك بعلامات حجرية واضحة لتجنب التداخل بين التراخيص.

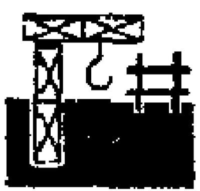
وعادة مـا تجرى التفـريعات من القـسم الرئيسى ويكون واحـد منها فى المستوى العلوى والآخر فى المستوى السفلى بالإضافة إلى المزلقانات على المائل فى حالة العروق المائلة وذلك من الحدين الجانبيين كليهما.

أما بالنسـبة لتشغـيل الخامات الطبقـية فيكون القسم الرئيـسى أو مدخل المنجم بقـدر الإمكان فى سـفح الجبل عند مـوقع ظهـور العرق أو الطـبقـة (المكشف) ويلى ذلك تنفـيذ التفريعـات كما سـبق فى أقسام مـتتابعة، تبـعًا للمخطط الموضوع لأعمال التعدين.

ويمكن اعتبار مالك المدخل أو النفق المالك الفعلى للمنجم وهو يحرص على أن يكون مقطعه العرضى مناسبا وكافيًـا لأعمال جميع المعدنيين العاملين فى حقل المنجم، وكذلك لأعمال التهوية المطلوبة، بالإضافة إلى أعمال الحفر وتنفـيذ المغـارات. وعادة مـا يكون هناك اتفـاق بين المُعَدِّنين ومـالك المدخل بحيث يحـصل على جزء متـفق عليه من الخـام الناتج عن أعمال التـعدين. وتعتـمد هذه الاتفاقات من الملك أو الأمـير أو حاكم الإقليم لتـفادى حدوث نزاعات بينهم. وقد يساهم المُعَدِّنون بربع قيمة التكاليف بناء على اتفاق معتمد أيضًا.

وفى حالـة المناجم ذات المداخل فى الأراضى المنبسطة أو الوديـان، فإنه يجرى تقسيم حقل المنجم إلى أقسام - كما سبق - بناء على القوانين المعمول

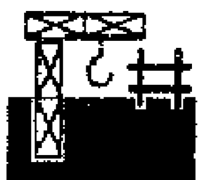




بها من ناحية، وعلى مخطط أعمـال التعدين من ناحية أخرى. وهذا المخطط قد يضعـه مالك المنجم أو صاحب التـرخيص بالتشغـيل، الذى يحصل على عائدات الاستـخراج جميـعها إذا ما تحـمل منفردًا تكلفة الإنشـاءات وأعمال التشغـيل. أما إذا ما اشتـركت مجموعـة من المُعَدِّنين فى تحمل التكلفـة فيتم توزيع العائدات علـيهم بنسبـة مشاركـة كل منهم فى التكلفة. وهناك قـواعد معترف بها بين المُعَدِّنين لتحديد نسب المشاركة وكذلك نسب التوزيع.

ومن هذه القواعد ما يخص عروق أو طبقات خام الحديد المرتفعة درجة جودته، حيث قـد يقوم بأعمال التـعدين معدِّن واحد مـنفردًا، وعادة لا يزيد عدد المشاركين أو المساهمين عن أربعـة. وفى حالة عروق البزموت والقصدير والنحاس قد يصل عدد المساهمين إلى ثمانية أو أكثر، ونادرًا ما يصل عددهم إلى 64 مسـاهمًا. وكمـثال يتـذكر آباؤنا أن عدد مـساهمى منجم الفـضة فى شينبرج قد وصل إلى 186 مساهمـًا لكل مساهم قسم من العائد، مع اعـتبار الأمير أو حاكم الإقليم والكنيسـة مساهمين بقسم واحد لكلٍّ. وكمثال آخر، ففى مناجم يواكـيم استفال فى تشيكـوسلوفاكيا كانت المسـاهمات فى مناجم الفضة 129 حصة توزيعها كما يلى: 122 حصة لمالك المدخل والمساهمين معه و4 حصص لصاحب الأرض وحـصة واحدة لكل من أمير المقاطعـة والكنيسة والفقراء والمعوزين بالمنطقـة. ويلاحظ أن صاحب الأرض لا يشارك فى تكلفة التعدين حيث تعتبر مشاركتـه بأرضه كافية، وأيضًا لا يشارك فى التكلفة أمير المقاطعـة والكنيسة وفـقراء المنطقة. وبذلك تكون النسـبة التى يحصل عليـها المالك والمساهمون معه 122 : 129، أى حوالى 94٪.

أما عن نظام المحاسبـة، فعادة تتم كل ثلاثة شهور ويتحـمل المساهمون مصـروفات التـشغيـل وأجور العمـال بنسبـة مسـاهمة كل منهم فى أعـمال التعـدين. ولقد حـقق الكثيـرون من المُعَدِّنـين وملاك المناجم أرباحـًا خيـالية





(أجريكولا) من تشغيل عروق الذهب، وكذلك الفضة فى كثير من مناطق التعدين ومنها منجم سانيك لوزنر وغيره.

وفى بعض الحالات قد تحدث خسائر غير متوقعة لأسباب مختلفة منها تواجد مياه جوفية ومنجمية بكميات أكثر مما كان متوقعًا داخل المغارات تحت سطح الأرض، أو حدوث تأثيرات على دعائم المغارات من مغارات أخرى قريبة أو مجاورة، أو تواجد فوالق أو صدوع فى منطقة الاستخراج لم تكن فى الحسبان، وغير ذلك.

وفى حالة حدوث الخسائر، يقتسمها المساهمون بنسبة مساهمتهم أيضا. ويتعاون القائمون على إدارة المناجم المتجاورة فى التغلب على تلك الأضرار المسببة للخسائر، وذلك بإنشاء وحدات لرفع المياه وقنوات لصرفها من الأعماق إلى السطح.

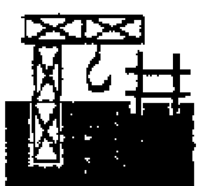
وبالطبع يحافظ المساهمون على حقوقهم فى جميع الحالات، ومن ذلك حالة إغلاق المدخل الرئيسى الذى قد يكون مملوكًا لشخص آخر، حيث يقومون بشراء الترخيص منه، وهناك غرامات تنتظره وفقا لأحكام القانون إذا لم يتجاوب مع مطالبهم. وإن أهم ما يشغل بال المُساهِمِين والمُعَدِّنِين هو مغارات التهوية وقنوات ومعدات صرف المياه المنجمية.

وتجرى كل هذه التسويات والاتفاقات، بل وحتى الغرامات، عادة كل ثلاثة شهور أيضا. وهناك قواعد معترف بها فى حالات التنازل للغير، حيث يتم ذلك باتفاق المساهمين، ويكون المُتنازل له ملزما بجميع التزامات المساهم المُتنازل وذلك فى خلال شهر واحد فقط من تاريخ التنازل. وكل هذه الترتيبات والإجراءات يمكن اتخاذها بأغلبية آراء المساهمين وذلك بنسبة 100 : 128 (أى حوالى 78٪).

والآن أتحدث (أجريكولا) عن توصيف العمالة التعدينية الرئيسية بإيجاز كما يلى:

* **الرئيس الأعلى للمناجم**: يعينه الملك نفسه أو أمير المقاطعة، ويكون ممثلاً له، وهو عادة من الشخصيات المرموقة سنًا ومقامًا. وهو الذى ترد له أية ملاحظات أو شكاوى بخصوص العمل التعدينى ويثيب المجدّ ويعاقب المخطئ. وعليه أن يتخذ القرارات النهائية التى يعجز مدير المنجم عن اتخاذها. ومن واجباته الاعتماد النهائى للشئون المالية والميزانية وتحديد المسئوليات المنوطة بالعاملين فى التعدين سواء تحت سطح الأرض أو على السطح. وكمثال فقد تم تعيين المؤرخ اليونانى الشهير فوكيديد رئيسا أعلى للمناجم فى جزيرة تاسوسى باليونان.

* **مدير المنجم**: وهو المقرب من الرئيس الأعلى للمناجم، وله السلطة التنفيذية العليا على جميع العاملين بالمنجم، عدا المحاسبين والشئون المالية ومثمنى الخامات والمعادن والفلزات الناتجة عن أعمال التعدين. كما يؤخذ رأيه فى الحدود الفاصلة بين مختلف حقول المناجم العاملة فى المنطقة. وعليه أن يدون ملاحظاته فى كتاب (سجل) خاص بأعمال التعدين فى المنجم، ومن مسئولياته مراعاة عدم تواجد مخاطر على العاملين فى المنجم، سواء من الانهيارات أو من سوء حالة التهوية بالمغارات، وغير ذلك. وفى كثير من الأحيان يقوم بتحديد الأعمال المطلوبة وتوزيعها فى جدول زمنى على أيام الأسبوع وعلى مجموعات العاملين فى المنجم، وكذلك وضع العلامات المميزة لنصيب كل مجموعة من العاملين فى حقل المنجم من تلك الأعمال. وهو يصدر قراراته التنفيذية لجميع العاملين، فيما





عدا تلك الخلافات التى قد تحتاج إلى تدخل قضائى أو تحكيمى خارجى. ويعاون المدير نائبه أو السكرتير الذى يقدم تقريرا كل ثلاثة شهور عن الأعمال الجارية فى المنجم بالتشاور المباشر مع المدير، وقد يطلق على السكرتير (كاتب المنجم).

* **محلّفو المناجم أو المحكّمون**: وهم من الشخصيات المرموقة الموثوق فيها من المجتمع ومن ذوى الخبرة التعدينية، ولهم مجلس ينقسم إلى عدة لجان، وعددهم عادة ما يكون بواقع اثنين لكل منجم. إلا أن عمل المجلس هو عمل مشترك حيث يقومون بواجباتهم التحكيمية فى خلال 14 يومًا من تاريخ طلب التحكيم. وهم يقومون بإجراء مقابلات مع مديرى المناجم محل التحكيم ويتخذون قراراتهم التحكيمية سواء بالنسبة للمغارات وأوضاعها أو للمعدات والماكينات والدعائم وغيرها. ومن واجباتهم إجراء التحكيم فيما يخص مدى تقدم الأعمال المنجمية باللاكستر (1.7 مترًا)، وعدد العاملين بالنسبة للأطوال على حسب نوعية الصخور والخامات المستخرجة سواء أكانت صلبة أم غير صلبة. كما يحددون الأجور الإضافية فى حالة ظهور صعوبات فى التشغيل، أو على العكس فى حالة سهولة العمل عما كان متوقعا فى التصميم الأصلى حيث يقررون زيادة الأطوال المطلوبة من العاملين بنفس الأجر المتفق عليه مسبقًا. ولهم أن يصدروا أحكامًا بغرامات على المخالفين للقواعد المنصوص عليها. بل وقد يصل الأمر إلى أن يوصوا أمير المقاطعة بإصدار أحكام رادعة بالسجن لمدد محددة تبعًا لنوعية المخالفة المرتكبة.

* **كاتب (سكرتير) المنجم (أو المناجم)** يقوم بتسجيل بيانات ومعلومات المنجم أو المناجم العاملة فعلاً فى المنطقة فى سجل خاص بذلك،

وتلك الجديدة المزمع البدء فى العمل بها فى سجل آخر مستقل. ويتضمن السجلان أسماء من تقدموا بطلب ترخيص تشغيل المنجم أو المدخل وتاريخ وساعة تقديم الطلب، وكذلك مواصفات عرق الخام أو طبقته وموقعه، وأساسيات تقديم الطلب، وأسماء مالك المنجم أو المدخل والمساهمين معه وكذلك أسماء المتخصصين الذين اعتمدوا صلاحية الطلب وإمكانية التنفيذ.

وهناك سجل ثالث به أسماء القائمين بالتصميم والتنفيذ. أما السجل الرابع فمدون به النواحى المالية والعلاقات بين المناجم وبعضها البعض، وخاصة فيما يختص بالتهوية وصرف المياه المنجمية وإنشاء وتركيب المعدات والماكينات. والسجل الخامس يحتوى على تطورات النزاعات الجارية وأعمال التحكيم التى عرضت على مجلسى محلفى المناجم (المحكمين) وقراراتهم التحكيمية لمجموعة المناجم بالمنطقة.

ومن المعتاد أن يدون الكاتب (أو السكرتير) كل هذه المعلومات فى السجلات حسب نوعيتها يوميا. وإذا تصادف أن كان اليوم يوم عطلة فيقوم بتدوين البيانات يوم الخميس التالى. وفى كل يوم سبت يدون الكاتب المصروفات والدخول الأسبوعية لكل منجم على حدة.

كما أن هناك سجل يُفتح كل ثلاثة شهور موضح به تطورات العمل فى المناجم وخاصة أية تغيرات قد تحدث فى الملكية وحصص المساهمة والتنازلات والتغيرات بسبب حالات الوفاة وغير ذلك. وجميع هذه السجلات يحتفظ بها كاتب المنجم فى مكان أمين مغلق جيداً وهناك نسخة من المفتاح لدى كاتب الملكية ليمكنه الاطلاع على ما يجرى أولاً بأول فى أى وقت يشاء.





* **كاتب الملكية**: هو المختص بالمتابعة القانونية والمالية للتغيرات فى الملكية وفى أنصبة المساهمين الذين قد يصل عددهم إلى العشرين مساهما أو أكثر. وفى كثير من الحالات قد يتنازل أحد المساهمين لغيره من المساهمين أو لمساهم جديد ينضم إليهم. ويهتم كاتب الملكية بمراعاة تلك التغييرات وتأثيرها على الأنصبة وعلى النواحى المالية، وذلك كل ثلاثة شهور، عندما تجرى المحاسبة ربع السنوية للمصروفات لتحديد الأنصبة من عائدات أعمال التعدين. ويحصل كاتب الملكية على راتبه من مديرى المناجم مباشرة.

* **ملاحظ العمال**: هو المتصل مباشرة بمجموعات العمال فى المنجم وعلى السطح، ويقوم بتوزيع العمل عليهم ومتابعة طريقة تنفيذهم للواجبات الموكولة إليهم، بما فيه صالح العمل وعدم إهدار رصيد الخامات فى العروق أو الطبقات المحتوية عليها والتى تجرى فيها أعمال الاستخراج. وعليه أن يوضح لهم تفصيلات الأعمال المطلوبة ويستبدل من ليس لديهم الخبرة الكافية بغيرهم ممن لديهم خبرات سابقة. ويجب على الملاحظ أن يهتم بصفة خاصة بأعمال تنفيذ الآبار والمغارات اللازمة سواء لأعمال استخراج الخامات أو تهوية المنجم ككل أو لصرف المياه المنجمية وصعود وهبوط العمال والمعدات والدعائم وغير ذلك. كما أن عليه أن يتأكد من ثبات أسقف المغارات ومن عدم تساقط أجزاء غير متماسكة من السقف (التقشير) أو من الجوانب. وكذلك توافر قنوات صرف ورفع المياه المنجمية الناتجة عن أعمال التعدين.

ومن أهم المهارات المطلوبة لدى ملاحظ العمال أن يكون لديه الخبرة اللازمة للتعرف على أنواع الخامات ودرجة جودتها، بل وكذلك نوعيات

الصـخور المحتـوية على الخـام والمحيطة به وخـاصـة المتـواجدة فى أسـقف وأرضيات المغارات. كما يطلب منه أن يقـوم بتدريب العمال التابعين له على كل تلك المهارات وغـيرها. ويجب على الملاحظ أن يكون ملمًا بطرق تجـهيز الخامات ومعالجتها، بل وطرق استخلاص الفلزات بصفة عامة.

والملاحظ هو بالطبـع المسئـول عن توزيع المعـدات والأدوات الحـديدية اللازمة للعمل عـلى العمال فى بدايات الورديات ويتأكـد من تواجدها وعدم ضياعها فى نهايات الورديات.

وبالنظر لتعدد المسـئوليات الملقاة على عاتق ملاحظ العـمال، فقد يكون هناك أكثر من ملاحظ، يختص كل منهم بقـسم من المنجم، أو بعملية إنتاجية معينة فى المنجم.

وللملاحظ حق توقيع جزاءات على المخالفـين أو غرامات مالية تخصم من رواتبهم.

والآن، بعد توصيف العمالة التعدينية الرئيـسية فى أعمال التعدين، فإنه من المفيد التحدث عن بعض العلاقات بين هذه المجموعة من العاملين. فعلى سبيل المثـال على مدير المنجم المتابعة الـيومية مع كاتب المنجم وكـاتب الملكية لمتابعة كافة التطورات الجارية ولإعداد التقارير ربع السنوية. وفى حالة الفلزات الثـمـينة كـالذهب والفـضة يقـوم مـدير المنجم بمسـاعـدة من كـاتب المنجم (السكرتير) بالتأكـد من طريقة حفظ الخامات الناتجة، أو الفلزات المسـتخلصة فى مكان أمين، ويشـاركه فى تلك المسئـولية ملاحظ العمـال، وعليهما مـعًا مسئوليـة حساب الأوزان الناتجة فى كل مرحلة، بداية من الحفـر والاستخراج حتى الاستخلاص النهائى للذهب والفضة.

وأنتـقل الآن (أجـريكـولا) إلى النظـام المتـبع فى ورديـات العـمل فى المناجم، حـيث ينـقسـم اليـوم عـادة إلى ثلاث ورديات، كل واحـدة سـبع

ساعات، وتبقى ثلاث ساعات هى فترات راحة بين الورديات ويستفاد منها فى صعود العمال بعد انتهاء ورديتهم وهبوط العمال لبداية الوردية التالية. وعادة ما تبدأ الوردية الأولى فى الساعة الرابعة صباحًا حتى الساعة 11 ظهرًا، والثانية من 12 ظهرًا حتى الساعة 7 مساءً (ويطلق عليهما ورديتا الصباح والظهر). أما الوردية الثالثة فهى المسائية وتبدأ الساعة 8 مساءً وتنتهى الثالثة صباحًا.

وقد يكون العمل فى الوردية الثالثة المسائية فى حالات الضرورة فقط، حيث يقوم العمال فيها بصرف المياه المنجمية وتحميل الخامات أو الصخور السابق فصلها من واجهات التشغيل فى ورديتى الصباح والظهر وكذلك ضبط وإصلاح المصابيح المنجمية (مصابيح الأمان) وغير ذلك.

وفى كثير من المناجم لا يسمح للعامل القيام بعمله فى ورديتين متتاليتين لتفادى احتمالات الإرهاق الزائد حيث قد يضطر للنوم فى مكان منزو داخل المغارات مما يعرضه لمخاطر كبيرة لا داعى لها. وهناك عادات معروفة فى المناجم حيث ينبه العمال بعضهم البعض بحلول نهاية الوردية بأصوات متعارف عليها، كما أن نهاية الوردية تكون مرتبطة لدى عمال المناجم بضعف وهج مصابيح الأمان المنجمية عندما يبدأ زيت الإضاءة فيها فى النفاد. أما عند بداية العمل فى الوردية، فمن المعتاد إطلاق صفير عال قبل بداية الدخول إلى المغارات لتنبيه جميع العاملين فى المنطقة إلى أن الوردية قد بدأت وأن العمال متواجدون فى مواقع العمل بالمنجم تحت السطح.

ويتم خصم الغرامات الموقعة على بعض العاملين من مدير المنجم من رواتبهم التى عادة ما يتم صرفها لجميع العاملين أسبوعيًا فى أيام السبت من كل أسبوع.

* * *

الكتاب الخامس

تحدثت (أجريكولا) فى الكتاب السابق عن تقسيم حقول المناجم، كما تناولت بإيجاز الشراكة والعمل التعدينى مع توصيف لمهام العاملين فى المناجم ونظم العمل بها. أما فى هذا الكتاب الخامس فأتحدث عن المعدات وطرق تنفيذ المغارات تحت سطح الأرض وتتابع تنفيذها، وكذلك عن بعض فنون مساحة المناجم.

تبدأ أعمال التعدين بفتح حقل المنجم وتجهيزه لأعمال استخراج الخام، وذلك بتنفيذ البئر أو الآبار الموصلة للخام، والتى تبدأ من سطح الأرض بهياكلها الخشبية أو المعدنية وببواباتها وبما فوقها على السطح من مظلات وسواتر لحماية العاملين من برودة الجو والأمطار، ومنها ما يستخدم لتخزين المعدات والأدوات المنجمية وغيرها. وعادة ما تكون فى الجوار مبانٍ منها مخازن مؤقتة للخامات، وللمعادن والفلزات المستخلصة من الخامات، كما قد يقام مبنى لإقامة ملاحظ العمال وغيره من العاملين. ويراعى فى تلك الآبار أن تكون مسوّرة حتى لا يسقط فيها أطفال عابرون أو ماشية شاردة.

وعادة ما يكون المقطع العرضى للبئر مستطيلا بطول 2 ساجين (3.4م) وعرض 0.6 ساجين (1.2م). أما العمق فلا يزيد عن 13 ساجين (22.5م)، ولكى يلتقى البئر بالمغارات الأفقية السابق إنشاؤها قبل البئر عن طريق مداخل أفقية من ناحية أخرى، فقد يصل عمق البئر إلى أكثر من ذلك حسب مقتضى الحال. كما قد يكون البئر رأسيًا ومائلاً. وتبين اللوحة (شكل 5 - 1) ثلاثة آبار رأسية، الأول (A) لم يصل بعد إلى الممر الأفقى، والثانى (B) قد التقى بالفعل بالممر، والثالث (C) لم يصل إليه الممر (D) بعد.

وتبين اللوحة (شكل 5 - 2) ثلاثة آبار (A) و(B) و(C) مائلة حيث لم يصل البئر إلى المدخل الأفقى، بينما التقى البئر (B) بالمدخل، أما البئر (C)

فلم يصل بعد إلى المدخل الأفقى المخطط لامتداده ليلتقى به البئر المائل. أما لوحة الشكل (5 - 3) فبها البئر الرأسى (A) والمر الأفقى (B) والبئر الداخلى (D) الذى ليس له فتحة مباشرة على سطح الأرض (ويطلق عليه البئر الأعمى) وهو بسبيله للاتصال بالمدخل الأفقى (E) وفتحته على سطح الأرض (F).

وبالطبع فإن أعمال استخراج الخام تصبح سهلة عند وصول البئر إلى المغارة الأفقية، حيث يقوم المُعَدِّنون فى هذه الحالة بإنشاء مغارات أفقية من ناحيتى البئر للوصول إلى المغارة الأفقية الرئيسية. ويقوم الملاحظ بتوجيه عماله لمتابعة العروق وتفريعاتها من خلال شبكة المغارات الأفقية، وفى هذه الأثناء يجمعون المعلومات الجيولوجية للتأكد من استمرار درجة جودة الخام أو تغيرها من ناحية، وامتداده من ناحية أخرى، وذلك من خلال جمع عينات من الخام على طول العرق وتفريعاته. وأحيانًا يطلق على بعض هذه المغارات (مغارات اكتشاف)، كما يسميها الإيطاليون (مغارات مختفية) حيث لا تظهر على سطح الأرض. وتلك المغارات تحتاج لعناية خاصة سواء فى التهوية أو فى الإضاءة، بسبب عدم وجود فتحة مباشرة لها على السطح.

وقد نحتاج لإنشاء بئر آخر يكون قريبًا من نقطة التقاء تفريعات العروق حيث تكون العروق سميكة ويبعد البئر الثانى حوالى 2 - 3 ساجين (3.4 - 5.1م) من نقطة التفريع. وعمومًا فإن العروق الثانوية للخام قد تتواجد فى الحائط العلوى أو فى الحائط السفلى للعرق الرئيسى. وعلى المُعَدِّنين بمجرد العثور على عروق بها خامات ذات درجة جودة عالية، أو حتى منخفضة، مواصلة الحفر وإنشاء الآبار اللازمة لمتابعة تواجد المعدن أو الفلز المفيد فى العروق وتفريعاتها.





ويلاحظ أن الذهب والفضة والنحاس والزئبق كثيرًا ما تتواجد فى صورتها الفلزية على عكس الحديد والقصدير والرصاص وغيرها التى تتواجد فى هيئة مركباتها، كما أن الكثير من الخامات تتشابه فى ألوانها، الأمر الذى يدعو المُعَدِّنين للتأكد من تركيب المعدن الذى عثروا عليه. وبخصوص الذهب الخام فى صورته الفلزية فإن له ألوانًا متعددة بين الأصفر المخضر والأصفر الذهبى والأحمر، بل والأسود، وقد يكون بلون أحمر من الخارج ذهبى من الداخل.

وبالنسبة لخامات الذهب فإن الخام المحتوى على 90 جرام من الذهب فى كل 47 كيلوجرام يمكن اعتباره خامًا مرتفع الجودة. أما الفضة فإن الخام المحتوى على 1.4 كيلوجرام له كل 47 كيلوجرام من الخام يمكن اعتباره خامًا مرتفع الجودة. وتتراوح ألوان خامات الفضة بين الفضى اللامع والغامق والأصفر وغير ذلك. أما الشوائب التى تتواجد مع خام الفضة فتكون عادة من مركبات الحديد والرصاص والزنك (وحدة وزن السنتنر حوالى 47 كجم).

أما خامات الفلزات الأخرى غير الذهب والفضة فقد تكون فى أحيان كثيرة غير مرتفعة فى درجة جودتها، بما يجعل تشغيلها تعدينيًا غير مجد، خاصة إذا ما كانت عروقها غير سميكة. ويقوم الهنود وغيرهم من الشعوب بالبحث عن الأحجار نصف الثمينة فى الأعماق، وهى التى تمتاز بلمعانها وبجمال ألوانها، وذلك أثناء استخراج الخامات.

وعادة ما يجرى استخراج ترسيبات الرخام ومواد البناء والإنشاءات الظاهرة على سطح الأرض بدون الاحتياج إلى مغارات تحت سطحية. إلا أن بعضها يجرى استخراجه كناتج ثانوى مصاحب لخامات الحديد (ماجنيت) والفضة (كوروند)، وقد تكون مصاحبة لطبقات رسوبية كالطفلات وغيرها (حجر اليهود). ويلعب الشكل الجمالى للرخام المستخرج الدور الأساسى فى



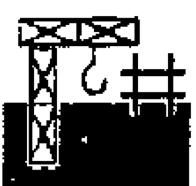


تحديد قيمته وسعر بيعه للطالبين. ولقد تحدثت (أجريكولا) عن ذلك بالتفصيل فى كتابى (طبيعة الخامات المكتشفة) الذى صدر فى بازل بسويسرا، عام 1546م، والذى سبقت الإشارة إليه.

وهناك ظواهر يعرفها المُعَدِّنُون ويستدلون بها على تواجد الخامات المفيدة، ومنها طبيعة الصخور المحيطة بها، ووجود أجزاء متناثرة فى تلك الصخور المحيطة. كما أن هناك ألوانًا معروفة لنوعيات الخامات والصخور المحيطة بها تساعد على استكشاف الخام ومعرفة طريقة تواجده فى الطبيعة. وفى حالة اختفاء المعدن المفيد أو الانخفاض فى درجة جودته، فيجب عدم التوقف عن أعمال البحث، فقد ترتفع درجة الجودة على مسافات غير بعيدة. ويعتبر الكوارتز ذو اللون الغامق علامة جيدة على تواجد الذهب فى العروق، على عكس الكوارتز أبيض اللون الذى قد يكون علامة على تواجد الذهب أو قد لا يكون له أية دلالة قاطعة على تواجده.

أما الرخام الجيرى المتواجد مصاحبًا للعرق، والذى يختفى مع زيادة العمق فهو علامة أو ظاهرة غير جيدة، فقد يكون ناتجًا عن عروق فرعية غير العرق الرئيسى. وتفيد هذه الظواهر أيضًا أثناء البحث عن الأحجار الثمينة ونصف الثمينة. وكما هو الحال بالنسبة لعروق الذهب فإن لكل فلز شواهد وظواهر تكون ظاهرة فى العروق أو فى الصخور المحيطة بها.

وعلى حسب درجة ميل العرق وهل هو رأسى أو حاد الميل أو مائل ميلاً بسيطًا، يمكن للمعدن الملم بقواعد التمثيل الفراغى والهندسة الفراغية أن يحدد مدى امتداد العرق، وهل سيكون متواجدًا فى الأعماق فى المنطقة المرخص له بالبحث فيها، أم على العكس سوف يمتد إلى مناطق ترخيص تابعة لغيره من المُعَدِّنِين.



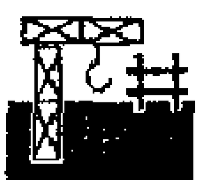


وتختلف درجة صلابة عروق الخامات وكذلك الصخور المحيطة بها، فمنها شديدة الصلابة كالكالسيدونى، والصلبة كالبيريت والمعادن الفلزية عمومًا، والهشة كالطفلات والرمال وغيرها وهى التى يمكن جرفها مباشرة بالجاروف العادى.

فإذا ما لاحظنا تواجد الخام أو الفلز يبدأ الحفر بحرص شديد لفصل الخام عن حائطه العلوى، ويلى ذلك تخليص الخام من صخور الحائط السفلى (الأرضية)، وكل ذلك يتم باستخدام أدوات ومعدات حديدية، مع مراعاة عدم خلط الأجزاء المتساقطة من الخام بالصخور المحيطة به. وهذه المعدات والأدوات تختلف فى استخداماتها ودرجة صلابتها حيث لكل منها استخدامات معينة وسوف أتحدث (أجريكولا) عنها فى كتاب آخر. وقد تستخدم النيران بتوجيهها إلى الخام لخلخلته من مكانه ولإضعاف مقاومته لأعمال الحفر والجرف، وفى كل الحالات لا بد من الحصول على موافقة مُعَدِّنى المناجم المجاورة العاملين فى استخراج العرق نفسه. وبالطبع يتم تدعيم المغارات بدعائم خشبية، مع استخدام الخوابير فى حالة الضرورة لسند الأجزاء المحتمل تساقطها من سقف المغارة ولمنع الانهيارات من السقف. وتساعد ألواح معدنية بمقاسات مختلفة لمنع انهيارات الجوانب كما قد تساعد أيضًا بالنسبة لأسقف المغارات.

وقد يصل وزن قطع الخام المستخرج المتحصل عليها إلى 50 كيلوجرامًا. ويقوم العاملون بعزل قطع الصخور غير المحتوية على الخام بتنحيتها جانبًا، تمهيدًا لإخراجها من المنجم أو قد تترك فى منطقة استنفاد الخام حتى لا تعوق أعمال الاستخراج. وقد لاحظت أن المُعَدِّنين اعتادوا ترديد أغانى معينة أثناء قيامهم بعملهم الشاق هذا تحت سطح الأرض.





والواقع أن استخدام النيران فى المناجم ليس عملية سهلة، وتوضحه اللوحة (شكل 5 - 4) حيث (A) هى كومة حطب الحريق و(C) هو الممر، أو المغارة التى تجرى فيها خلخلة الصخور، أو الخامات وإضعافها بواسطة النيران، وقد يطلق عليها (ممرات الحريق) أو (مغارات الحرق). وفى حالة العروق السميكة كعروق القصدير يجرى الحريق على أجزاء. ويجب ملاحظة عدم نزول المُعَدِّنين إلى المغارات أثناء عملية الحرق، حتى لا تصيبهم الغازات السامة الناتجة عن الحرق بالاختناق الذى قد يصل إلى حد الوفاة. وسوف أتحدث عن الأمراض التى قد يتعرض لها المُعَدِّنُون لاحقًا.

ومن مسئوليات ملاحظ العمال منع دخول المُعَدِّنين إلى مواقع قريبة، أو تواجدهم فى مسار الدخان المتصاعد. بالإضافة إلى مسئوليته عن إسقاط بعض قطع الخام أو الصخور التى قد تبقى عالقة فى سقف المغارة أو فى جوانبها وذلك دون تأخير، ثم ترفع قطع الخام الناتجة إلى السطح من خلال الآبار بأوعية مناسبة سواء يدويًا أو بواسطة معدات ميكانيكية خاصة للرفع.

ومن المشكلات الكبرى التى يواجهها المُعَدِّنُون فى بعض الحالات اندفاع المياه أو الهواء بغزارة داخل المغارات، خاصة من مغارات قديمة سبق استخراج الخام منها، وهى بالطبع مشكلة لا تقل أهمية عن مشكلة الدخان المتصاعد من الحطب المشتعل.

وتتفاقم هذه المشكلات إذا ما كانت المغارات لم تتصل بعد بالبئر أو الآبار فى المنجم. وقد تتزايد أخطارها بمرور سنوات على العمل بالمنجم ويصبح جو العمل بالمنجم غير صحى على الإطلاق (هواء ثقيل). وكثيرا ما أوقف العمل فى استخراج عروق غنية بالذهب والفضة بسبب تفاقم تلك المشكلات، وخاصة عند زيادة عدد العاملين تحت سطح الأرض نتيجة لزيادة

معدلات تصاعـد الغازات الضارة، سواء من زفير العـاملين، أو من مصابيح الأمان المنجمية المستخدمة، وغير ذلك.

ويجرى رفع المياه المجتمعة فى المغـارات بواسطة مضخات خاصة، وقد ينشأ بئر خاص لذلك عـلى مسافة بضعة ساجـينات (الساجين يساوى 1.7م). وتُدار هذه المضخات بواسطة الخيول، ويتم صرف المياه على السطح فى قنوات صرف خـاصة، وقد يشـترك أكثر مـن منجم يعمل فى الاستـخراج من نفس العرق أو الطبقة المحتوية على الخام فى كل هذه العمليات والإجراءات.

وسـوف أتحدث (أجـريكولا) عن هذه الماكـينات والمعـدات فى كتـابى التالى، ويلاحظ أن اتجاهات الرياح تتغير من فصل لآخر من فصول السنة مع ثبات مـوقع فتحـة المنجم أو مدخله، بما يؤثر على كـمية الـهواء الداخلة إلى المغارات للتهوية.

وهناك نوعان من الآبار، أولهـما، وتحدثنا عنه سابقًـا، وهو النوع غير العميق حيث يتم تنفيذ بئر واحد فى البداية خاصة إذا ما كان تواجد الخام غير عميق مع ارتفاع درجة جودته ومفتوح بمدخل قد يكون أفقيا أو مائلاً. وبمجرد وصول البئـر إلى المدخل أو الممر الأفقى أو المائل يجرى تنفيـذ بئر آخر. وفى حالة إعاقـة اندفاع المياه المنجمـية لأعمال التـعدين قد ينشأ بئـر ثالث أو أكثر تكون مختصة برفع وصرف الميـاه فقط. ثم يلى ذلك إنشاء المغارات والممرات اللازمة للاستخراج.

أما النوع الثـانى من الآبار فهـو عميـق جدًا ويصل إلى 60، 80، 100 ساجـين (102، 136، 170م) وهى آبار رأسـية عـادة وتستـخدم لرفع الخـام الحامل للمـعدن أو للفلز المفيد، وعـليها يتم تركيب مـضخات تقوم الخـيول بتدويرها من على سطح الأرض، بينما فى الممرات والمداخل قـد تستخدم قوة

المياه المندفعة فى إدارة الماكينات. وعـادة ما تنشأ هذه الآبار فى المناجم العاملة فى استـخراج الخامات المرتفـعة فى درجة جودتـها حتى يكون عائد التـعدين مناسبًا لتكلفة الإنشاء.

وتوضح اللوحة (شكل 5 - 5) طريقة لتدعيم بئر رأسى حيث (A) هى الدعائم الخشـبية العرضية على مـسافات تعتمد على درجـة صلابة الجدران، و(D) هى الدعائم الرأسية. وهناك موانع خشبية تمنع تساقط قطع من الخام أو الصخور على العـاملين أثناء صعودهم وهبوطهم على الـسلالم المنشأة داخل البئر. وكلما كانت الصـخور أو الخامات غير متماسكـة يتزايد حجم التدعيم المطلوب لزيادة عوامل الأمـان للعاملين من أخطار الانهيارات الجـانبية. وتتم أعمـال التدعيم سـواء من ناحية الحـائط العلوى أو من ناحية الحـائط السفلى لعرق الخام أو طبقته كما هو الحـال أيضا بالنسبة للآبار المائلة. كما تجهز الآبار العميقة بسقـالات مزودة بمستويات أفقية خشبية يمكن للـعاملين الصعود إليها والنزول منها للاستراحـة أثناء حركتهم على السلالم الخشبيـة هبوطًا وصعودًا من وإلى سطح الأرض. كما أن هناك شبكات موضوعة بعناية لحجز أية قطع متساقطـة من الخامات أو الصخور. وهى تغطى كامل المقطع العـرضى للبئر، عدا تلك التى تمر منها السلالم. وبالطبع تكون جـدران الآبار مزودة بفتحات من ناحية الحائط السفلى للعرق لدخول وخروج معدات نقل الخام من الممرات ليتم رفعها من خلال البئر إلى السطح.

ولتشغيل منجم يعمل في استخراج خام من عرق واحد، أو طبقة مائلة واحدة، يجرى الاستخراج بإنشاء أكثر من طوالى، أحدها قد يكون له مخرج على سطح الأرض حـسب الظروف الطبوغـرافيـة بمنطقة الخـام، وهو يعتـبر المدخل الرئيـسى للمنـجم. وتوضح اللوحـة (شكل 5 - 6) طريقـة تدعـيم الممرات أو الطوالى الأفـقى الموازى لاتجاه خطوط المضرب، وذلك باسـتخدام

دعائم خشبية وهى عبارة عن أعمدة من الخشب (A) أطوالها مقاربة لارتفاع الممر أو المغارة يتم وضعها محشورة باستخدام قطع خشبية مدببة (خوابير) يدقها المُعَدِّنون بين نهايات الأعمدة وسقف المغارة، لضمان ثبات أية قطع من صخور السقف وعدم تساقطها على العاملين. وفى حالة أن يكون الخام قويا وصلبا وكذلك الصخور المحيطة به، تكون المسافات البينية بين الدعائم كبيرة. وعادة ما تأخذ الدعائم فى المقطع العرضى للمغارة شكل شبه المنحرف أو المستطيل وذلك بإضافة دعامة خشبية أفقية ملاصقة تمامًا للسقف. وعمومًا يجب أن يكون تدعيم بدايات المغارات جيدًا، حيث عادة ما يكون العرق (أو الطبقة) فى بدايته قرب المكشف غير صلب وكذلك ما يحيط به من صخور. وبعد إنشاء قناة صرف المياه تجرى تغطيتها بألواح خشبية (F) فى نفس لوحة (شكل 5 – 6). ولابد من عمل أبواب (D) يمكن غلقها وفتحها حسب الحاجة لجميع الممرات. كما قد لا يحتاج الأمر إنشاء قنوات الصرف فى حالة عدم تواجد مياه منجمية.

أما بالنسبة لواجهات استخراج الخام فعادة تكون الدعائم بنفس الطريقة السابقة، إلا أنها على هيئة صفوف ولا تأخذ شكل شبه المنحرف أو المستطيل المطلوب فى حالة الممرات. ويتم تجنيب الصخور الناتجة عن تنفيذ الممرات فى مكان الخام المستنفد فى منطقة الاستنفاد، وبذلك يمكن توفير تكلفة نقلها ورفعها خارج المنجم كما سبق، إذا ما أمكن ذلك. ولا يختلف الحال كثيرًا فى استخراج الخامات الطبقية عن تلك المتواجدة فى عروق، وتتوقف طريقة الاستخراج على سمك وميل الطبقة أو العرق. كما يراعى فى كل الأحوال العلاقة بين الممرات والآبار اللازمة للتهوية ولرفع الخامات إلى السطح ولهبوط وصعود العاملين والمعدات والدعائم وغير ذلك.

ويلاحظ أن صخور الحائط العلوى فـوق الخام قد يصل سمكها إلى 50 ساجـين (85 م) وأكثـر، كمـا هو الحال فى منـجم جارتز لاسـتخـراج خام النحـاس فى ألمانيا، إلا أن الدعـائم لا تتـحمل كل هذا السـمك، بل يكون التدعيم للسقف المباشر فقط ولمنع تساقط الكتل على العاملين (التقشير).

وتختلف طريقة استخراج الخامات التى لا تأخذ شكل العروق والطبقات عن الطريقة السـابقة. وفى هذه الحالة تكون البداية هى إنشـاء بئر رأسى عند موقع ظـهور الخام على الـسطح، يتبـعه، إذا ما سـمحت الإمكانيـات المادية بذلك، إنشاء مجـموعة من الآبار على محيط جـسم الخام. ويلى ذلك إنشاء مجموعة من الممرات تدخل إلى جسم الخام تمهيدا لاستخراج الخام. وقد يبدأ العمل بالمر من أحد الوديان المحيطة بجسم الخام، وبمجرد الوصول إلى جسم الخام يبدأ تنفيذ البئر الرأسى. وبالطبع فإن أعمال التدعيم فى هذه الحالة تكون مشابهة كما سبق، وقد يستـعان بالنيران أيضا لخلخلة الخامات شديدة الصلابة مع مـراعاة إنشـاء الآبار اللازمة لإزاحـة الأدخنة السامـة المتصـاعدة بسـبب استخدام نيران الخلخلة.

وكثيـراً ما تكون خامات الحـديد متواجدة فى منطقـة سهلة فى الوديان وتحتاج فقط إلى آبـار غير عميقة لبـدء أعمال الاستخراج. وأشـير مرة أخرى (أجريكولا) إلى أنـه عند العثور على صـفائح دقـيقة من الـذهب فى صورته الفلزية على شـواطئ الأنهـار والنهـيرات، فـإن علينا أن نبـحث عن العـرق الرئيسى فى المرتفعات المحيطة بالمكان من جميع الاتجاهات.

وأنتقل الآن إلى الجزء الثانى من هذا الكتـاب وفيه أتعرض (أجريكولا) لبعض الفنون المساحية المنجميـة، والغرض الأساسى منها هو تحديد مساحات حقول المناجـم المحتوية على الخامات والمـعادن والفلزات المفيدة لضـمان عدم التداخل بين مـختلف حـقول المناجم العاملة فى اسـتخـراج نفس الخام على

امتداد عـروقه وتفريعـاتها، أو طبقاته. وعلى أسـاس تلك الأعمال المساحـية يحسب ملاك المناجم والحائزون على ترخيصات التشـغيل كميات الخام المتوقعة لتحديد موقفهم المالى من الاستثمار فى المنجم.

كما يقوم المساحون بتعيين مواقع المداخل والممرات والآبار ونقاط الالتقاء بينها تحت سـطح الأرض، وكذلك الموقف من توقعـات معـدلات تدفق المياه المنجمية، وكذلك مواقع قنوات الصرف اللازمة، سواء تحت سطح الأرض أو على السطح. وهم يعـتمدون فى ذلك أسـاسا على نظريات حسـاب المثلثات ويبلغون مديرى المناجم بما يتوصلون إليه مع توضيح ذلك على الخرائط.

وفى كل ذلك تؤخذ طبيعة الأرض وتضاريسـها فى الاعتبار، حيث قد ينتهى الجبل مباشرة إلى أرض سـهلة، أو قد ينتهى بالتدريج إلى واد واحد أو إلى مجموعة من الوديان المنبسطة.

وإذا كان لدى المساح بئر رأسى، ففى هذه الحالة ينشئ المساح مثلثًا قائم الزاوية، كما فى اللوحة (شكل 5 - 7). وهنا يستخدم المساح خيوط الشاغول (الشاقول) داخل البئر الرأسى وخارجه، وبذلك يصبح لديه مثلثان متشابهان، كل منهمـا قائم الزاوية، أحدهمـا (الصغير) قـاعدته (N)، والآخر (الكبـير) قاعـدته فى نهـاية البئـر الرأسى على امتـداد الممر الأفـقى فى المنجم بمدخله المفـتوح والظاهر على سطح الأرض كـما فى نفس اللوحـة (شكل 5 - 7). وبقياس أطوال الخيوط الشاقولية الرأسية والطول المائل (F) يمكن تعيين الأبعاد والمسافـات المطلوب حسابهـا عن طريق تشابه المثلثين قـائمى الزاوية. ويمكن استـخدام نفس الطريقـة فى حالة الآبار المائـلة حسب الأحوال السـائدة، كل حالة على حدة.

ويجيب المساح على تساؤلات ملاك المناجم وحــائزى تراخيص التشغيل فيــما يختص بأطوال الممــرات وأعماق الآبار ونقــاط الالتقاء والاتصــال بينها جمــيعا. وفى ضوء إجـاباته وحساباته يمكن تحـديد التكلفة المطلوبة للتنفــيذ والإنشاء، وكذلك الزمن المطلوب لذلك، وبالتــالى يمكن تقدير العائد المتوقع من التشغيل.

وبالإضافة إلى الخيوط وأثقال الشاغول، يستخدم المساحون منقلة نصف دائرية مقــسمة إلى أقســام متساوية ومــزودة بسهم متــحرك لتعيــين الاتجاهات المطلوب حسابها وتعيين انحرافــاتها، وهى موضحة باللوحة (شكل 5 – 8). أما الأطوال والمسافات فتقاس بقامات طويلة مقسمة أيضا إلى الأجزاء المطلوبة كمــا باللوحة (شكل 5 – 9) وبتجــميع أشكال المثلثات يمكن الحــصول على أشكال تجميعيــة كالمربع كما بلوحة (شكل 5 – 10) أو على أشكال كالمستطيل وشبه المنحرف.

كما يســتخدم المساحــون فى المناجم مناقل دائرية ذات فتحات جــانبية، وهى موضوعــة فوق بعضها البــعض، ويمكن تحريكها حول مركــزها المشترك لتعيين الاتجــاهات كما فى اللوحة (شكل 5 – 11) وبها منقلة دائرية خماسية وبهــا الفتــحات (H)، ويمكن تحــريك المناقل تبعًــا للانحرافات ولــلاتجاهات المطلوبة وذلك بواسطة الذراع (G) وبنهــايته يد مـثبــتة حــتى يسهل تحــريك المناقل. كما أن هناك مناقل دائرية سباعية بنفس الفكرة.

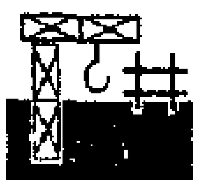
وبالنسبة لــقياس الاتجاهات والانحرافــات والميول على مستــويات رأسية فيــستخــدم مساحو المناجــم أجهزة دائرية (كلينومــتر) للقيــاس توضح أحدها اللوحة (شكل 5 – 12) حيث يقوم مــساح المناجم بتحديد الميــول والجهاز فى وضع رأسى. كما قد يســتخدم الجهاز فى وضع أفقى كــما يتضح ذلك أسفل اللوحة. أمــا بالنسبة للفتــحات (E، D، C) فتوضحــها اللوحة (شكل 5 – 13).

ويعين المساح الحدود التى يطلبها منه مدير المنجم سواء تلك المطلوبة لتحديد مواقع وحدود الملكيات فى المنجم، أو لتحديد مواقع المغارات اللازم تنفيذها لأعمال تشغيل المنجم، وذلك باستخدام مجموعة الأدوات المساحية لديه. ويقوم بوضع علامات واضحة ومثبتة تثبيتًا جيدًا بحيث لا يمكن تغييرها أو التلاعب فيها، سواء على الأرضيات أو الجدران أو أسقف المغارات. وفى كل ذلك يستعين بالخيوط والأسلاك المشدودة جيدًا.

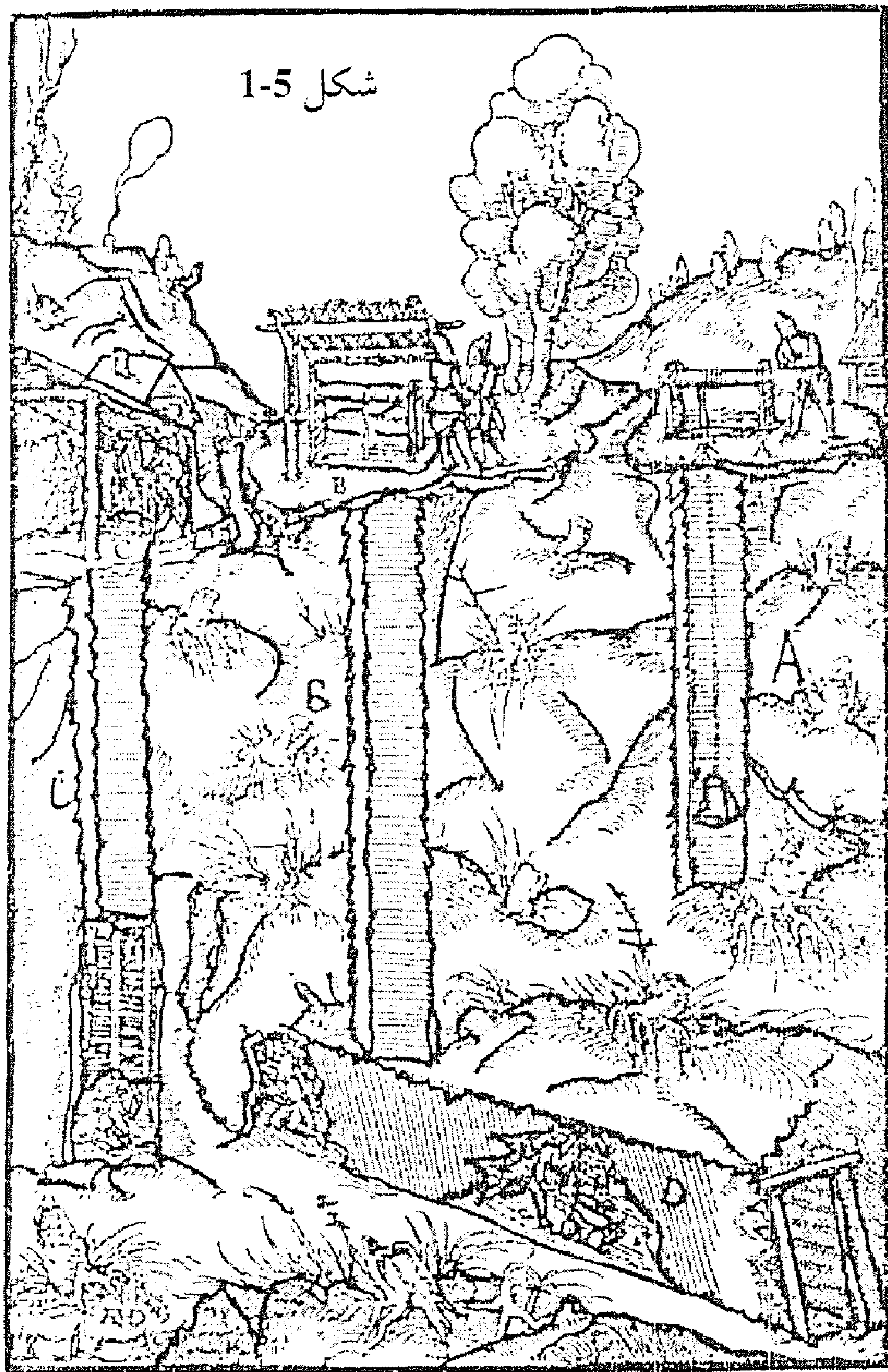
وعند تحديد الملكيات وحدود التراخيص، يشترط قانون المناجم حضور اثنين من المحلفين أو المحكمين الذين سبق أن أشرت إليهم (أجريكولا) وكذلك مديرى وملاحظى المنجمين المتجاورين المتشاركين فى استخراج الخام من نفس العرق أو الطبقة. ويقوم الملاحظان، بتوجيهات من مساح المناجم، بوضع علامات حجرية على السطح وعلامات مناسبة تحت سطح الأرض فى المغارات. ويراعى المساح أوضاع الآبار والممرات وتبعيتها لأى من المنجمين باستخدام أجهزته ومعداته، وفى مقدمتها البوصلة والخيوط والأسلاك المشدودة، وذلك بالقياس أولاً ثم تثبيت العلامات التى يقرها المحلفان (أو المحكمان) وبحضورهما. وفى حالة تواجد العلامات فى أحد الممرات وبداية العمل فى ممر آخر أعمق منه، فإنه بمجرد الوصول إلى المستوى أسفل العلامة الأولى فى الممر الأول، يتم عمل العلامات فى الممر الجديد السفلى تحت العلامة الأولى مباشرة رأسيًا.

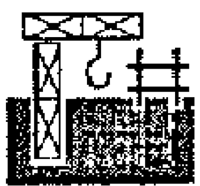
وفى كثير من الأحوال تندثر العلامات التى وضعها المساحون للفصل بين حقلين منجمين متجاورين أثناء أعمال التعدين، ولحسم الخلاف الناشئ عن الاندثار يقوم مساح المناجم بإنشاء مثلثات فى مواقع العلامات المندثرة باستخدام الخيوط والأسلاك المشدودة بعناية، ثم ينصِّف تلك المثلثات مساحيًا إلى قسمين متساويين يتبع كل قسم منهما أحد الحقلين المتجاورين موضع النزاع، وكل ذلك فى حضور وإقرار المحلفين أو المحكمين.

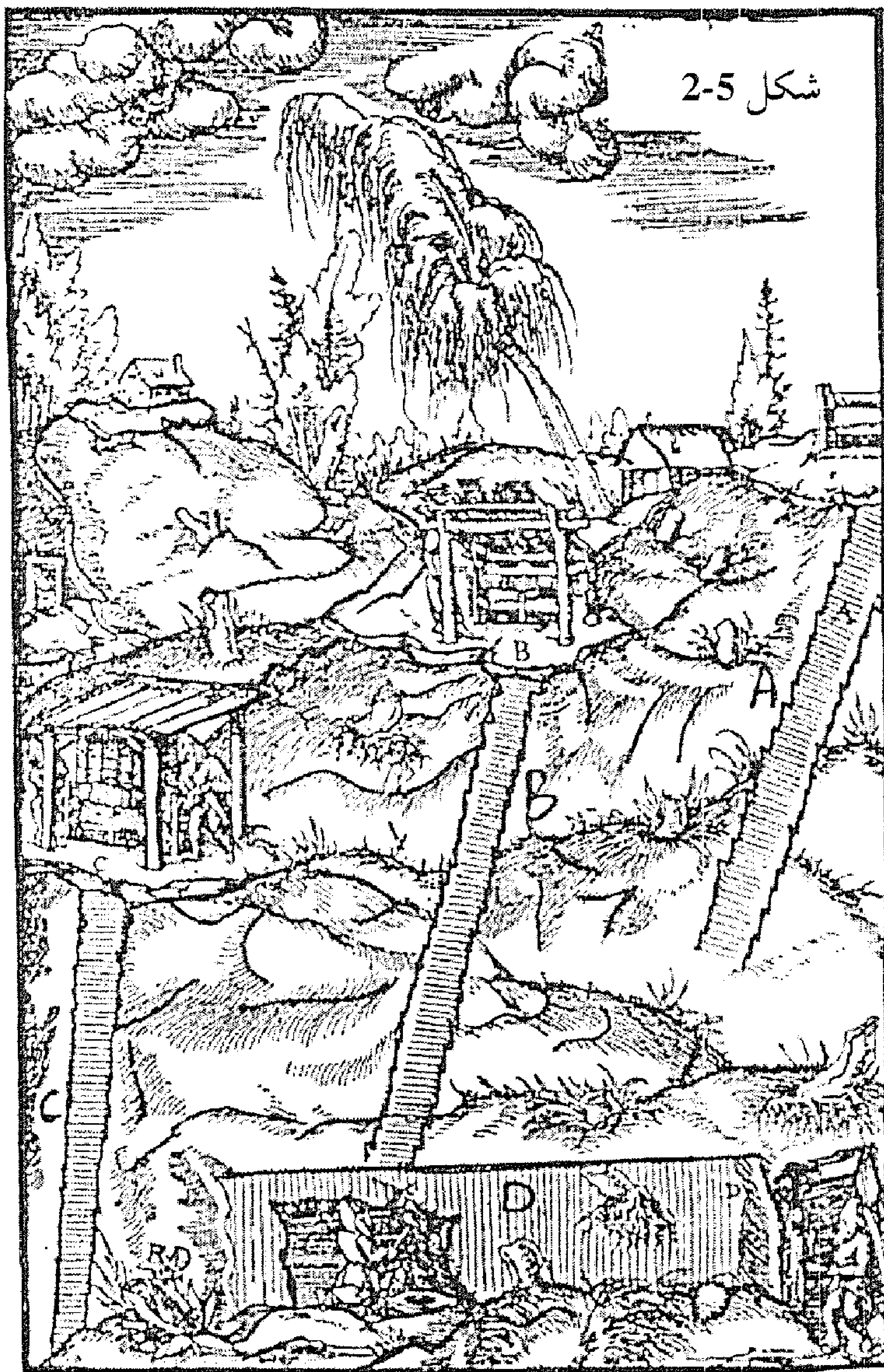
* * *

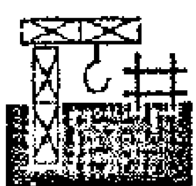




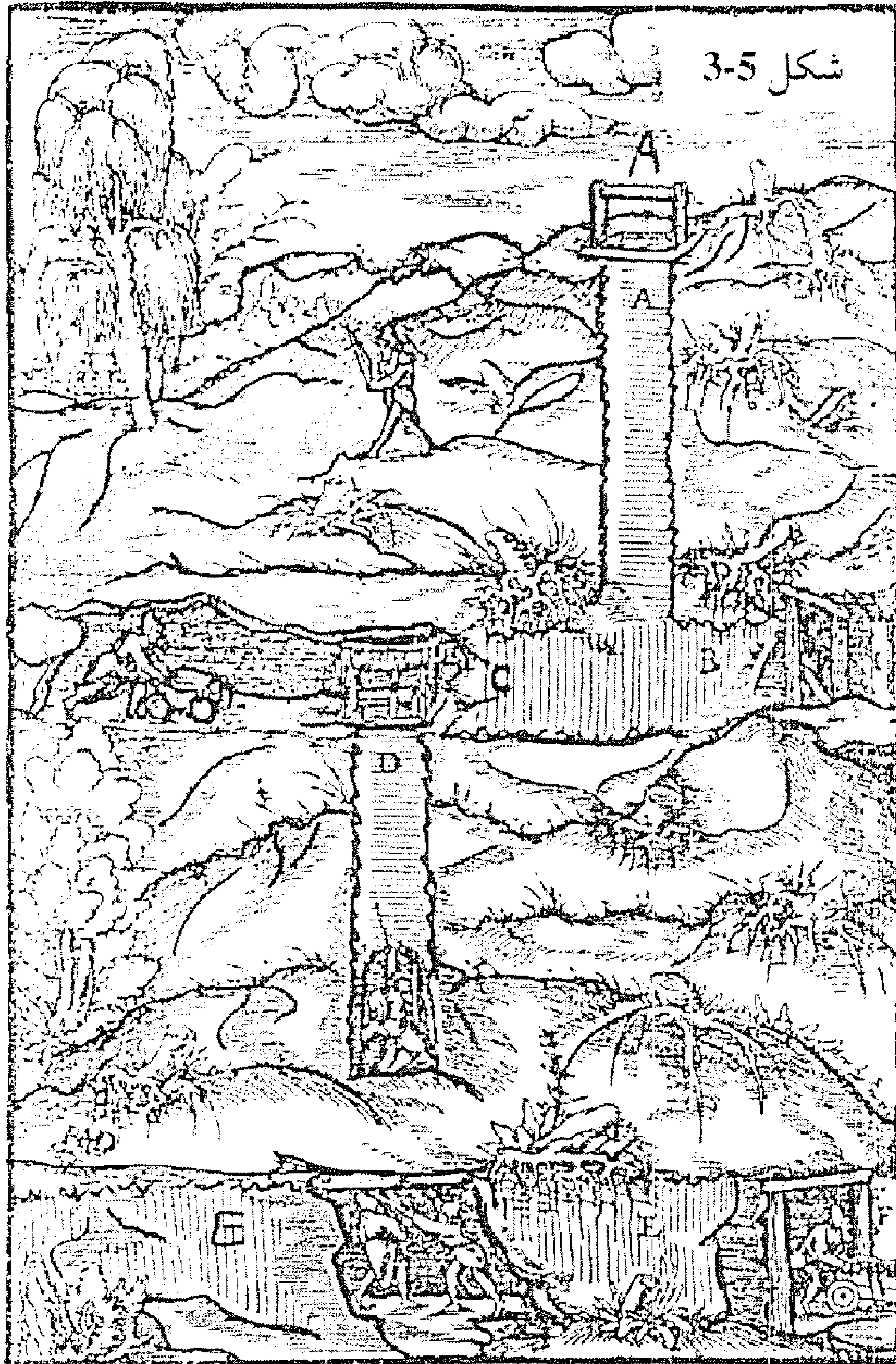

شكل 5-1
A
B
C
D

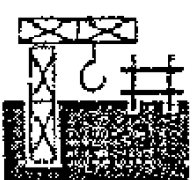


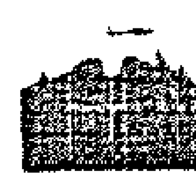


شكل 5-2
B
A
B
C
D



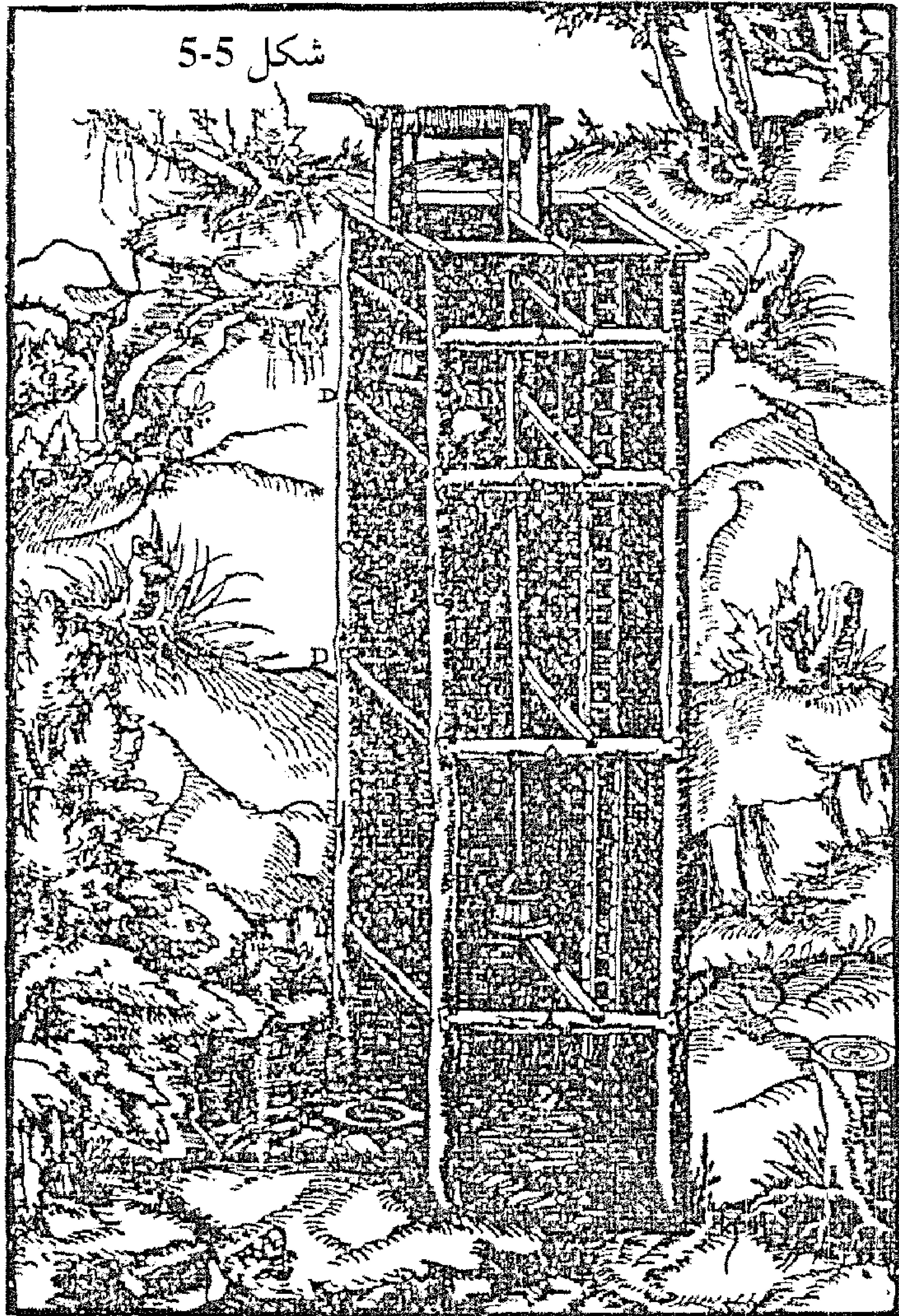


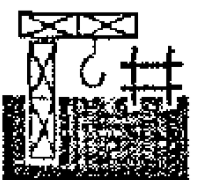

شكل 3-5
A
A
B
C
D
E
F

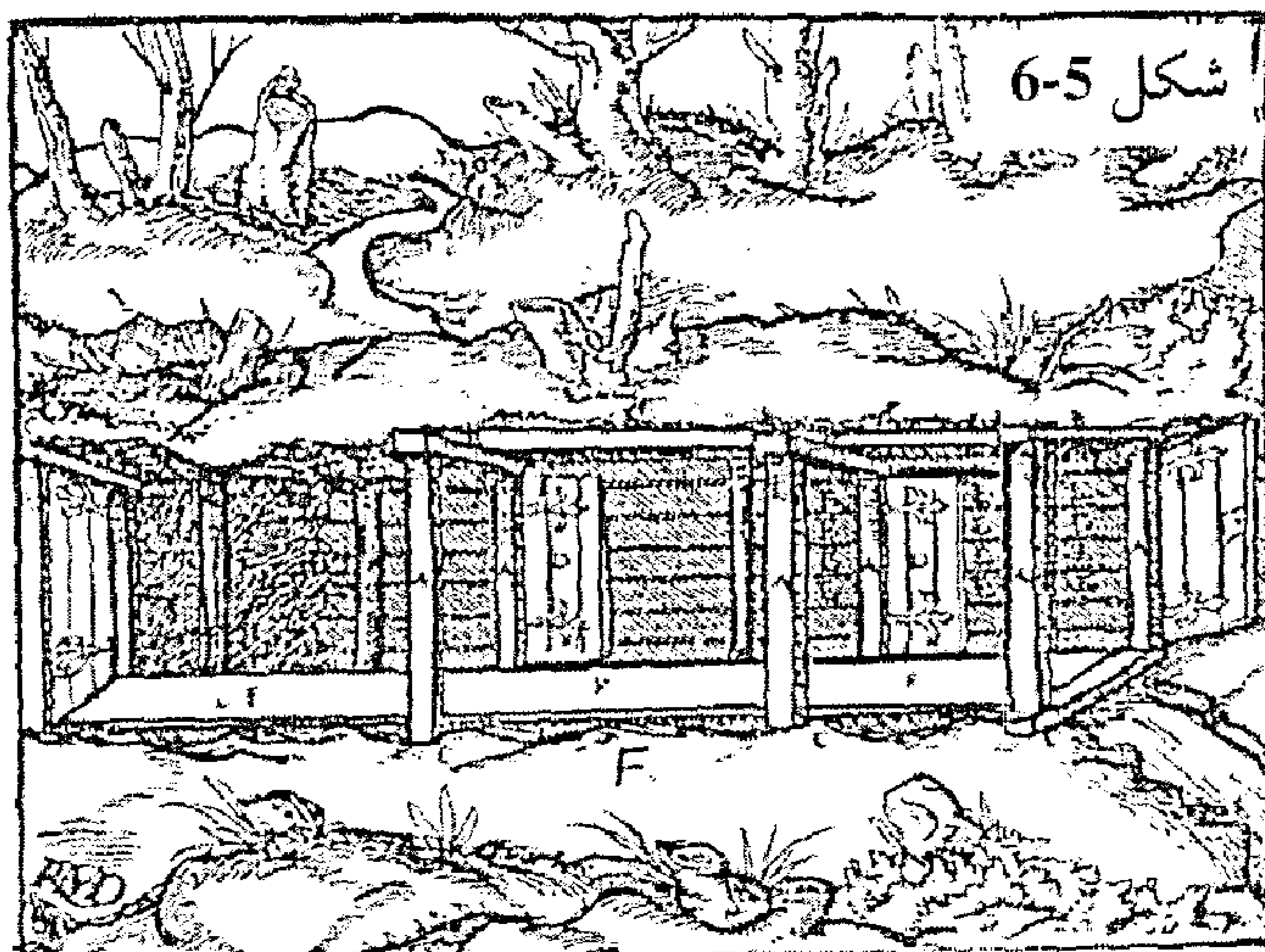




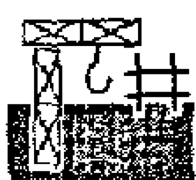

شكل 5-4

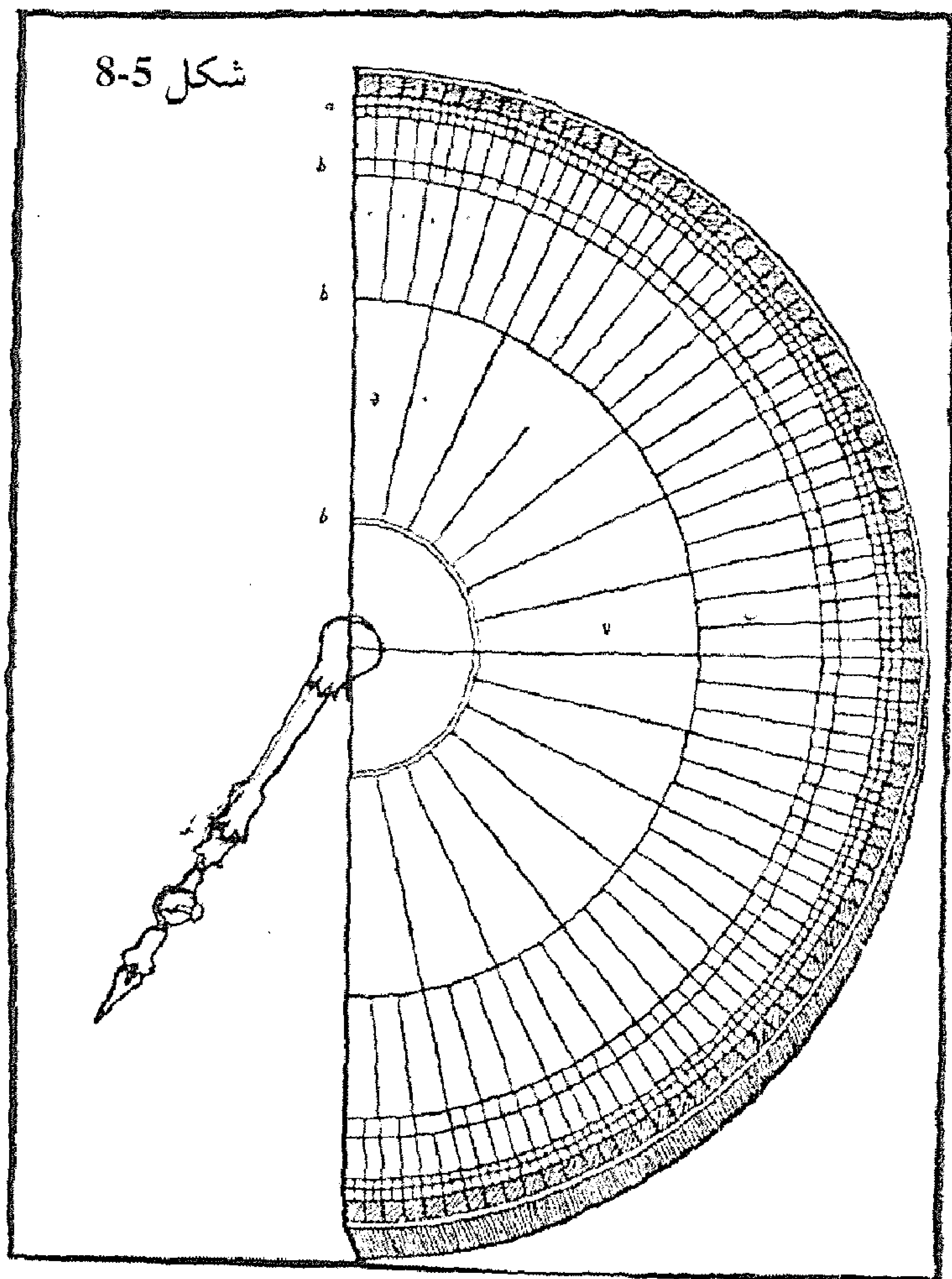

شكل 5-5





شكل 5-6
F

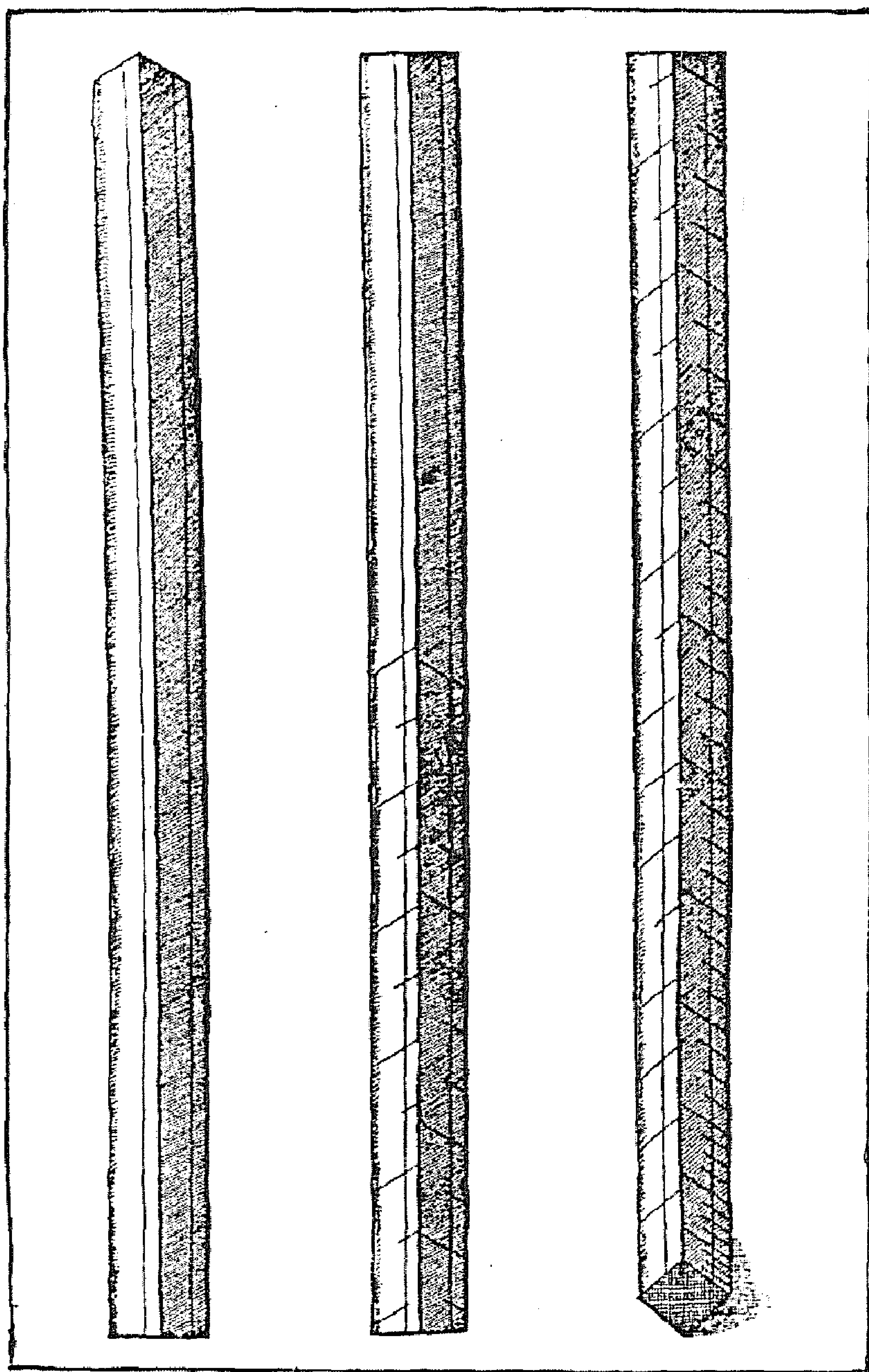

شكل 5-7
N



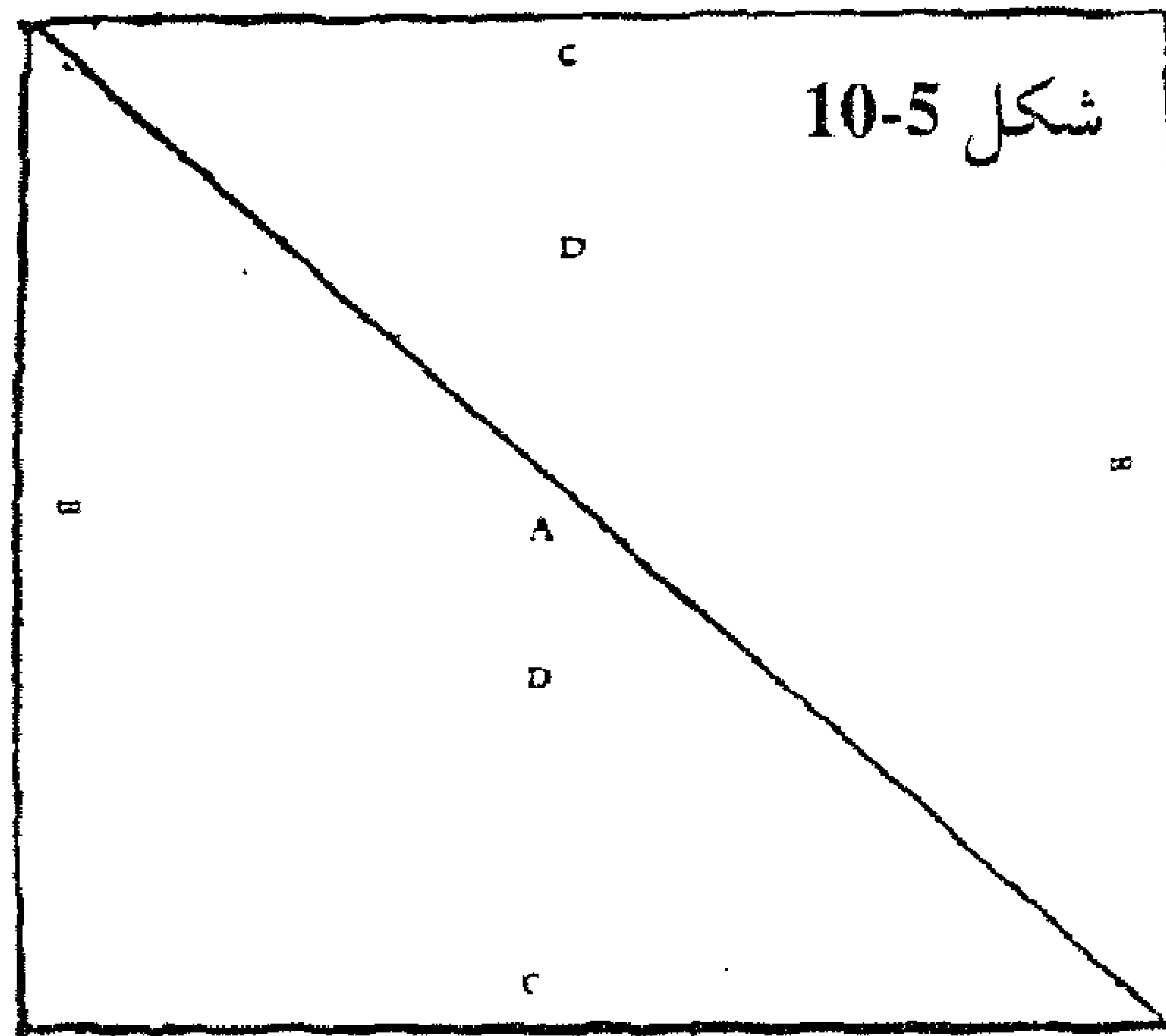


شكل 5-8



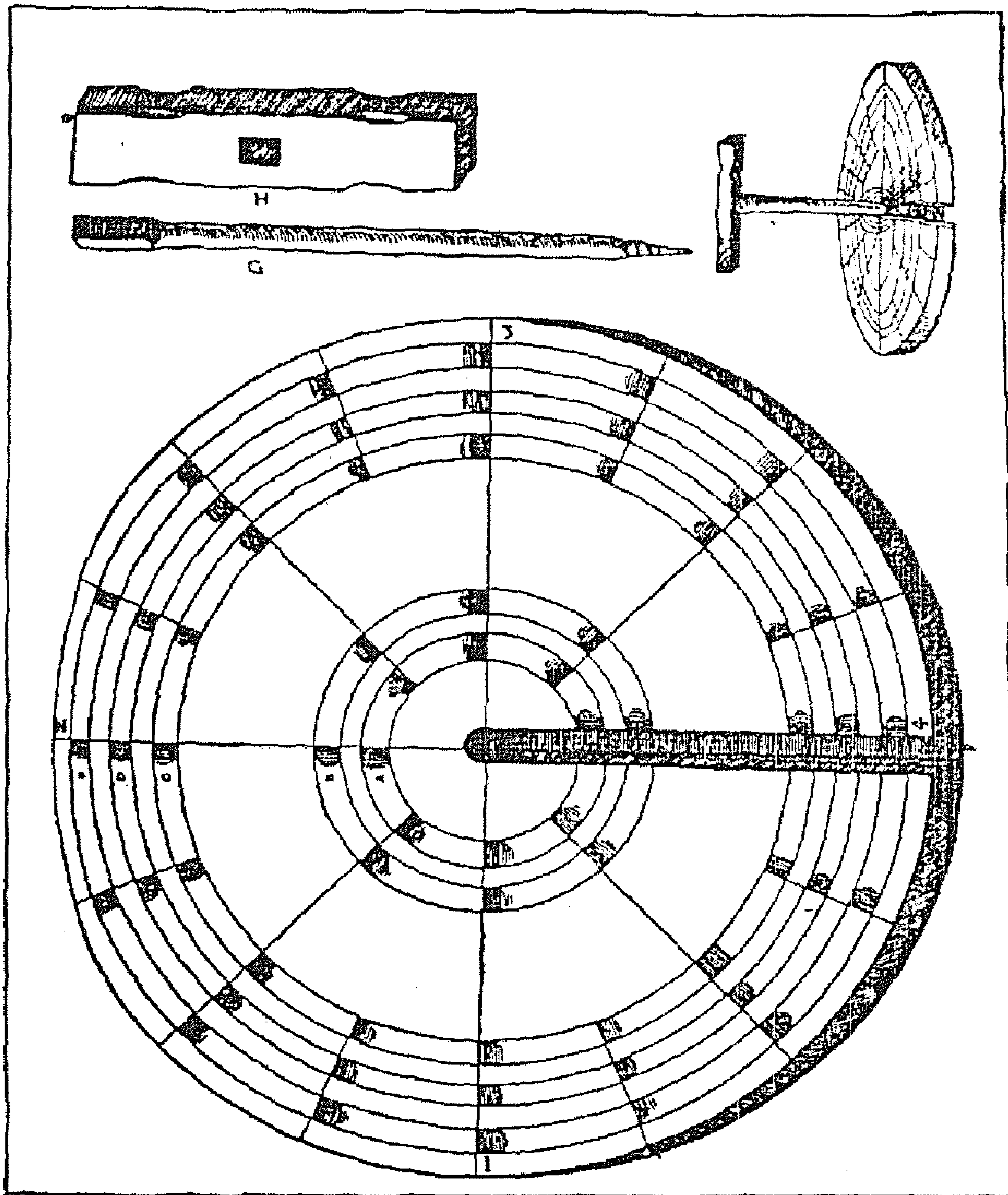




شكل 5-9

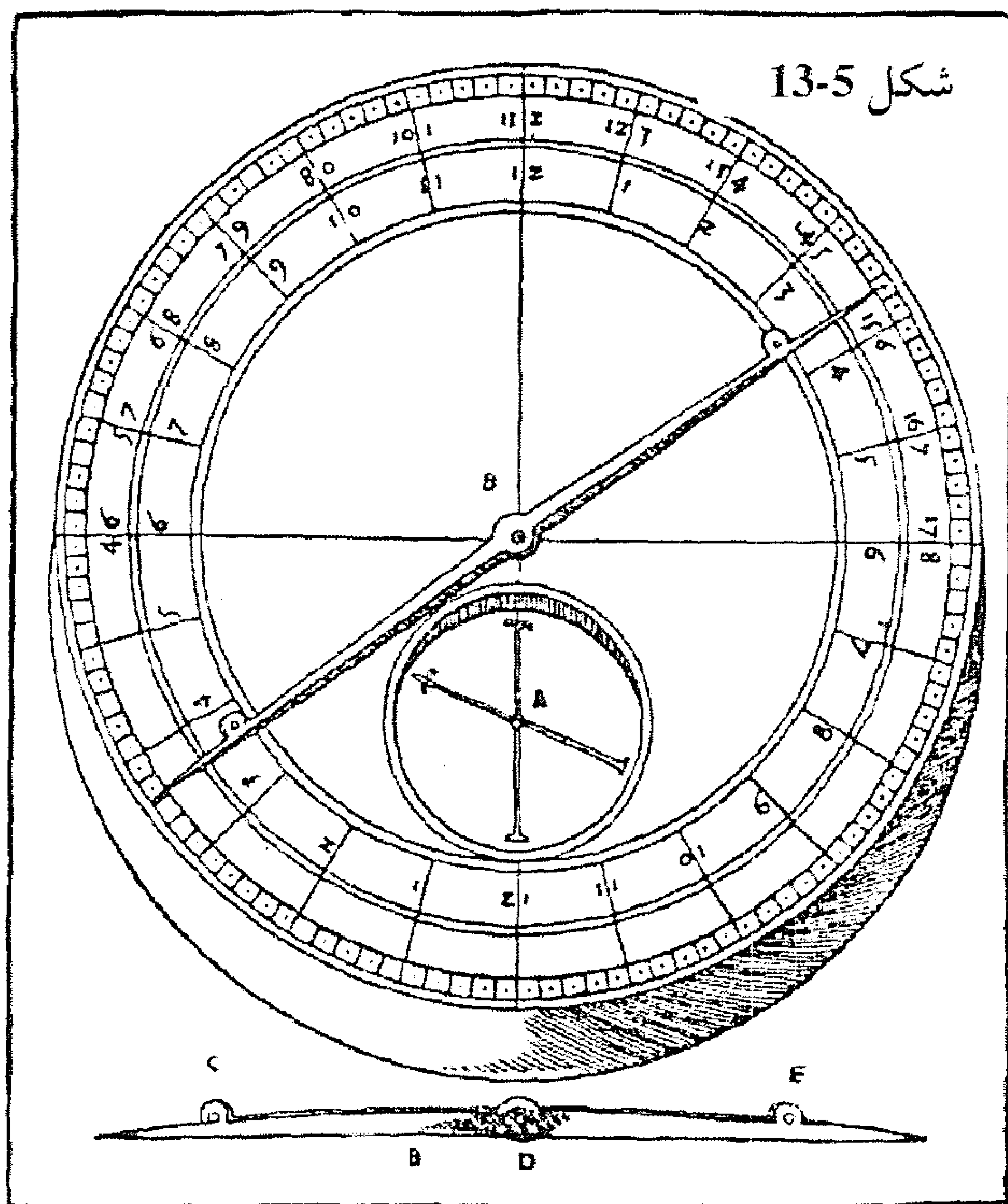


شكل 5-10



شكل 5-11

شكل 5-12



شكل 13-5

الكتاب السادس

أتحدث (أجريكولا) في هذا الكتاب السادس عن الأدوات والمعدات الحديدية المستخدمة في أعمال التعدين، خاصة تلك المستخدمة في أعمال الحفر. ويلي ذلك الحديث عن معدات وأوعية التحميل ونقل الخامات والصخور سواء داخل المنجم في المغارات أو على سطح الأرض. وكذلك أتناول قنوات ومعدات تجميع وصرف المياه المنجمية. وأخيراً أتحدث عن الأمراض التي يتعرض لها المُعَدِّنُون وكيف يتفادون أضرارها.

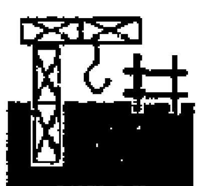
ويطلق المُعَدِّنُون على بعض معدات الحفر اسم (الأدوات الحديدية). وهي، في غالبيتها، ذات نهايتين إحداهما مستطيلة في مقطعي العرضي، والأخرى حادة مدببة، ومجهزة بفتحة لتثبيت اليد الخشبية للمطارق. وهي تختلف في أبعادها. وتوضحها اللوحتان (شكل 6 - 1) و(شكل 6 - 2). كما أن هناك العتلات الحديدية كما بلوحة (شكل 6 - 3) ومنها اللوحة الدائرية (A) والمسطحة (B) وذات الأسنان (C). أما أدوات الجرف فهي في اللوحة (شكل 6 - 4).

ويلي المطارق وأدوات الجرف والعتلات أوعية الحمل والنقل والرفع، وهي من الخشب المقوى بحلقات حديدية أو من الخوص المقوى، أو من مادة جلدية كما باللوحة (شكل 6 - 5). وقد تكون مزودة بعجلة أمامية كما باللوحة (شكل 6-6)، أو بأربع عجلات كما بلوحة شكل (6-7). وباللوحة (شكل 6-8) أنواع أخرى وخطاطيف التعليق. أما لوحة (شكل 6 - 9) فبها أوعية من الجلد للرفع إلى أعلى من خلال الآبار باستخدام خطاطيف.

وتبين اللوحة (شكل 6 - 10) مجاري مائية (A) و(B) للصرف. وباختلاف أعماق الآبار التي يتم رفع الخامات والصخور بعد تحميلها من خلالها، فإن معدات الرفع وأدواته تختلف أيضاً في نوعياتها وأبعادها كما بمجموعة اللوحات التالية. فاللوحة (شكل 6 - 11) بها عملية الرفع بالأوعية

(N) بواسطة حبل الرفع (L) الذى يلتف حول المحور (G) المستند على دعامتين خشبيتين (E)، ويقوم بالرفع عاملان متقابلان بواسطة أيادى خشبية (K) حيث تنتقل الحركة عن طريق عمود حديدى (F) يليها اللوحة (شكل 6 - 12) التى تبين طريقتين لنقل الحركة اللازمة للرفع بأيدٍ خشبية متعامدة من الناحية اليسرى (B) ويد خشبية مفردة عادية (C) من الناحية اليمنى باللوحة، والماكينة مزودة بمكبح دائرى (E). أما اللوحة (شكل 6 - 13) فبها معدات تعتمد على محورين، الأول رأسى (A) والثانى أفقى (F) حيث يقوم الأول بنقل حركة أقدام اثنين من العاملين يتحركان على قرص سفلى دوّار أفقى به عوارض نقل الحركة من أقدام العاملين (L) إلى القرص العلوى الأفقى المسنن (E) إلى المحور الأفقى (F) الذى يلتف حوله حبل الرفع من البئر فى أقصى يمين اللوحة. وهناك تركيبة أخرى للرفع لحمولات أكبر من السابقة توضحها اللوحة (شكل 6 - 14) التى تنقل الحركة فيها من المحور الرأسى (F) وعليه طبلة أسطوانية (H) يلتف حولها حبل الرفع أفقيا إلى بكرات فوق فتحة البئر الرأسى إلى يمين اللوحة لرفع أوعية الرفع (K). وقد تستخدم سلاسل حلقية حديدية للرفع بدلاً من الحبال كما باللوحة (شكل 6 - 15) التى تبين نقل الحركة التى تبدأ من حركة الخيول الدائرية فى أعلى اللوحة من خلال محور رأسى إلى حلقة أفقية مسننة (A) إلى المحور الأفقى (B) المركب عليه قرص الكبح (D) وطبلة تحريك سلاسل الرفع من البئر الرأسى إلى يمين اللوحة. ويلاحظ أن هناك ثلاثة مستويات أفقية تحت بعضها البعض تجرى من خلالها عملية الرفع فى البئر: الأول العلوى وعليه حركة الخيول الدائرية، الثانى المتوسط وبه مجموعة المحاور لنقل الحركة بالإضافة إلى قرص الكبح (الفرملة)، والثالث السفلى وهو تحت سطح الأرض فى مغارة الممر الأفقى حيث يجرى تحميل أوعية رفع الخامات أو الصخور المطلوب رفعها إلى سطح الأرض ثم يتم استقبالها وتفريغها فى المستوى المتوسط كما باللوحة.





كان استخدام الحـيوانات أمرًا شائعًا فى أعمال التعدين بـالنسبة لقدرتها على الجر ولتحملها للعمل الشاق لمدد طويـلة نسبيا، كما باللوحة (شكل 6 - 16) تأكيـدًا لما فى اللوحـة السابقـة، وتبـدو فيـها عربـة ذات صندوق لحمل ونقـل الخـامات والصخور يجرها حـصان ومجموعة من الكلاب المدربة على الجر (D) مع أكيـاس أو زكائب من جلد الخنزير المتـين مربوطة بالحبـال. أما لوحة (شكل 6 - 17) فبـها خيـول الجر (A) وسلم يؤدى إلى المجرى (B) وعربة ذات عجلة واحدة (D) فى أعلى يسار اللوحة، وأخـرى ذات عجلتين (E) إلى منتصف يمين اللوحة، وثالثة ذات أربع عجلات (G) وعملية تفريغ الحمولة (H)، ويشرف ملاحظ العمال (K) على ما يجرى فى الموقع.

وتستخدم الآبار فى المناجم العاملة تحت سطح الأرض فى أغراض كثيرة سبق بيانها، ومنها إنزال الأخـشاب اللازمة إلى المغارات تحت سطح الأرض، كمـا فى لوحة (شكل 6 - 18) وبها إنزال مـجموعة من الأخـشاب بواسطة عاملين.

وفى اللوحــة (شكل 6 - 19) طريقـــة الرفع فى بئـر رأسـى بواسطة مجموعة من الحلقات والمحاور، وتبـدأ الحركة من المحور السفلى الأفقى (B) إلى عجلات مسننة تقـوم بتدوير المحور الأفقى العلوى (H) الذى ينقل الحركة إلى الطبلة (الأسطوانة) العليا التى بدورها تـتحرك عليها أوعـية الحمل والرفع من وإلى البئـر بالاستعانـة بالطبلة السفلى (Y) ويبدو فى اللوحـة عاملان، أحدهما يدير ماكينة الرفع والثانى فى الساحـة المجاورة للبئر وهو يقوم بصيانة مجموعة من المعدات وتروس الحركة وأيادى الإدارة والمحاور وغيرها.

وعند توافر المياه الجارية يمكن الاستفادة منها عن طريق الحلقات المائية، كما فى لوحة (شكل 6 - 20) حيث تدفع المياه علـى الحلقة المائية (A) لنقل الحركة من خـلال محور (B) ويتم الرفع بواسطة سلاسل (C) و(D)، وهناك

معدات للتثبيت بأشكال متعددة، يقوم أحـد العاملين فى يمين اللوحة بتثبيتها على المحور للتقوية، كما تقوم الكبـشات التى يحمل إحداها العامل الأيسر، برفع الحـمولة المطلوبة من الخـامات أو الصـخور إلى أعلى مـن خلال البـئر الرأسى.

وتتضح بدايات ماكـينات رفع المياه المنجمية المطلوب صرفـها من خلال البئر الرأسى من اللوحـة (شـكل 6 - 21) وبهـا مجموعـة المعـدات والأدوات المستخدمة، حيث يبدو أربعة من العاملين، يقوم أحدهم بضخ المياه الناتجة عن الحفر بواسطة مضخة يدوية ماصة كابسة (I) وعمود السحب (H) ويقوم عامل آخر على يسـار اللوحة بترتيب الأعـمدة الخشـبية المطلوبة لـلإنشاءات بالمنجم باستخدام عـتلة حديدية. وإن للحبال استـخدامات كثيرة فى أعمـال التعدين وتكون مجـدولة وقوية وتبينهـا اللوحة (شكل 6 - 22)، ويقوم العامل (G) بإزاحة الميـاه المسحوبة من خـلال المجرى (F) حتى لا تعـود مرة أخـرى بعد سحبها إلى البئر كما فى لوحة (شكل 6 - 23).

كما تستخدم المواسير المصنعة من الحديد كما فى لوحة (شكل 6 - 24) لسحب المياه (F) و(E) بتركيبات حديدية أيضا.

ويمكن تحريك مضخات سـحب المياه من آبار المناجم بواسطة طاقة المياه المندفعة كما فى لوحة (شكل 6 - 25) من خلال الحلقة المائية الدوارة (A) إلى المحور (B)، كما تبدو تفصيلات التـركيبات فى الجزأين باللوحة (C) و(D). وقد يتم الضخ والسحب على مرحلتين بواسطة مضختين كمـا باللوحة (شكل 6 - 26) حيث لكـل منهما حلـقتهـا ومحـورها ومجراها المائـى، وهما فى مستوييـن تحت بعضهما البعض. ويمكن، على العكس، أن تكـون المضختان على نفس المستوى الأفقى، كما باللوحة (شكل 6 - 27) حيث المحور العلوى (A) ينقل الحـركة من العجلة المـائية الدوارة (B) إلى حلقة مـسننة (C) إلى

المحور الثانى (D) من خلال التركيبات (E) و(F) إلى مضخات السحب على نفس المستوى (G) ومثيلتهما على مستوى واحد أيضا أسفل منهما (G) وتنتقل الحركة من خلال توصيلات وتركيبات معدنية مصممة بعناية لنقل الحركة فى الاتجاهات المطلوبة لتشغيل مضخات السحب.

وإذا ما كانت كميات المياه المطلوب صرفها ورفعها من المغارات إلى سطح الأرض من خلال البئر محدودة، فإنه يمكن الاستغناء عن عملية الضخ بالمضخات، والاكتفاء بالرفع اليدوى مرة أخرى كما باللوحة (شكل 6 - 28) وبه طريقة الرفع بواسطة أوعية خاصة من أسفل، حيث يقوم عاملان بتحريك السلاسل المثبت بها أوعية رفع المياه يدويًا من خلال تدوير المحاور الأفقية (A) بواسطة أيدى متعامدة (B) مع توجيه المياه المرفوعة بالأوعية إلى المجرى المائى إلى يسار اللوحة. أما لوحة (شكل 6 - 29) فبها الحلقة الدوارة المتحركة بدفع المياه (B) وتنقل الحركة إلى المحور (B) إلى حلقات مسننة (C) و(D) إلى الحلقة المدرجة (G) التى تسبقها حلقة الكبح (F).

ونعود إلى رفع الخامات والصخور بالأوعية الجلدية، لنختم هذا الشرح لمعدات الرفع فى المناجم، ففى اللوحة (شكل 6 - 30) ماكينة رفع أوعية جلدية (عادة تصنع من جلد الخنزير المتين) وهى موضحة بالرمز (M) باللوحة عن طريق الطبلة ذات السلاسل (K) ومحورها (I) التى تدار بقوة اندفاع المياه من خزان المياه (A) إلى الحلقة المزدوجة الكبيرة (G) و(H) يديرها العامل (O)، ويقوم العاملان (P) و(Q) بتوجيه الأوعية عند هبوطها فارغة وصعودها محملة بالخامات والصخور من خلال البئر الرأسى بإطاره ودعائمه الخشبية يسار أسفل اللوحة.

وأنتقل (أجريكولا) الآن إلى ماكينات ومعدات تهوية المناجم ومغاراتها بمختلف أنواعها تحت سطح الأرض، وأضرب لذلك مثلاً تهوية المناجم القريبة

من مدينة جال شرق ألمانيا حيث يتم استخراج خامات النحاس منها عن طريق آبار عميقة تحتاج إلى تهوية مناسبة خاصة تلك الممرات أو المغارات تحت سطح الأرض التى ليس لها اتصال مباشر سواء بالآبار أو بفتحات على السطح. وهذه المعدات لها أنواع عديدة، ومنها تلك الموضحة باللوحة (شكل 6 - 31) وبها تبدو عوارض خشبية متعامدة متمركزة فى منتصف ومقطع البئر (A) و(B) و(C) وذلك فى كل من البئرين باللوحة حيث تحرك الرياح (F) ألواح متعامدة (D) مثبتة على العوارض، وهى تتحرك بفعل قوة حركة الرياح وتعتبر بحركتها مصيدة للرياح المتحركة فى أى اتجاه لتدخل فى البئر للتهوية، ويلاحظ فى اللوحة أن الألواح المتعامدة اليمنى مغطاة من أعلى بقرص خشبى (G) بينما اليسرى (E) غير مغطاة. وقد تستخدم براميل خشبية ذات فتحات خاصة للتهوية أيضا، وهى بالرمز (A) فى لوحة (شكل 6 - 32) ومقواة بحلقات حديدية (B) ويدخل إليها الهواء أيضا بألواح توجيه (H) حيث ينزل الهواء إلى البئر للتهوية بواسطة تلك البراميل.

أما فى لوحة (شكل 6 - 33) فيجرى سحب الهواء من خلال حلقات اسطوانية (A) ذات فتحات (C) مزودة بمقابض تحريك متعامدة (H) ويبين الجزء الأسفل من اللوحة طريقة استقبال الهواء فى قاع البئر تحت سطح الأرض فى التركيبة الخشبية المخصصة لذلك (B) مع تحريك ألواح متعامدة موضح تفصيلاتها فى المربع أسفل يمين اللوحة نفسها بواسطة عامل يحركها من خلال مقبض معدنى حديدى. وتبين اللوحة (شكل 6 - 34) طريقة لتحريك الهواء بواسطة ألواح متعامدة أيضا تحركها يد تحريك (D) حيث تتحرك الألواح (G) بفعل حركة الرياح. وقد يجرى تحريك الألواح المتعامدة فى تركيبة خشبية (كابينة) وهى بالرمز (A) فى نفس اللوحة ذات فتحة (B).

وآخر نوع أتحدث عنه (أجـريكولا) فى معدات وماكـينات التهوية، هو ذلك الذى تستخدم فيــه المنافيخ، وتبينه اللوحة (شكل 6 - 35) وفيها المنفاخ (C) يحركه العامل بواسطة يد أو مقبـض إلى مجرى خشبى خـلال أرضيـات خشبيـة (B) و(A) ويبدو فى أسفل اللوحة المجرى الخشبى (B) نفسه والمنفاخ بفتحتـه التى يمر منها الهواء. كما تبـين لوحة خاصة (شكل 6 - 36) طريقة لتحريك المنفاخ مع وضع ثقل حجرى عليه لدفع الهواء وتوجيهه نحو الماسورة (الأنبوب) بالرمز(B) إلى المدخل الأفقى (A) للمنجم.

وعن اللوحة (شكل ن - 37) فهى لتوضيح ثلاث طرق لتشغيل معدات التهوية/ الأولى (A) حيث يقـوم العامل (B) بتحـريك المنفاخ (D) بقدمـيه لدفع الهواء خلال المجارى (E) إلى الممر المنجمى (F) تحت الأرض، والثانية (G) وبها طبـلة (أسطوانة) خشـبية (H) ذات أسنان (I) وبها فتحـة مستديرة (L) ويستعان فى تحريكها بالخيـول كما باللوحـة، أما الطريقة الثالثة (N) فهى على سـطح الأرض باستـخدام الخيـول كما فى الثـانية لتحـريك حلقة دائرية مسننة (P) من خـلال محـور رأسى (O) إلى مـحور أفـقى (Q) لتحـريك منفاخين يدفعان الهواء إلى أسفل.

وعن طريقــة نزول وصعـود المُعَـدِّنين إلى ومن تحت سطح الأرض فى المناجم إلى السطح، فتـبين اللوحة (شكل 6 - 38) سلالم الهبـوط والصعود فى حالة المناجم، ذات الأعماق غـير الكبيرة (B)، وباللوحة أيضا استـخدام منزلقات جلدية متينة (C) بينما السلالم المنحوتـة فى الصخور فهى فى نفس اللوحة بالرمز (D).

وفى نهاية هذا الكتـاب أذكر (أجريكولا) بعض الأمـراض التى تصيب المُعَدِّنين أثنـاء عملهم الشاق الدءوب مع ذكـر بعض الوسائل التى تسـاعدهم على الوقاية منها. وأبدأ بالتأكيد بأن علينا الاهتمام بالمعدنيين وصحتهم، دون

التركيز على تحقيق الربح فقط من أعـمال التعدين، التى أذكرها بحكم مهنتى الأصلية وهى الطب، أمراض المفاصـل والرئة والعيون، وبعض هذه الأمراض خطير، بل ومميت فى بعض الأحيان.

ومن أهم أسـباب تـلك الأمراض المهنـية، تعـرض المعـدنيين للميـاه المنجمـية، وهى عادة مـا تكون باردة. ونحن نعرف كأطبـاء متخصـصين أن البرودة هى عدو العضلات فى الجسم، ومن هنا فإنه يجب تزويد العاملين فى المناجم تحت سطح الأرض بأحـذية طويلة الرقـبة، سـميكة الجلد، لحمـاية السيـقان من تأثير المياه البـاردة، ويلاحظ أن تأثيرات المياه الباردة قـد لا تظهر على المُعَدِّنين إلا عندمـا يبلغون مرحلة مـتقدمة فى السن بعـد مدة طويلة من العمل فى المناجم.

وعلى عكس ما سبق، فقد نظن أن المناجم الجافة غير المحتوية على تلك المياه المنجـمية ستكون آمنة تمامًـا للعاملين فيـها. إلا أن هذا غير صـحيح مع الأسف، حيث إنها آمنة بالفعل من ناحية غـياب تأثيرات المياه، إلا أنها يتزايد فيها معدل تصاعـد الأتربة والغبار داخل المغارات بما يؤدى إلى أمراض أخرى كأمـراض الحلق والرئتـين وصعـوبة التنفس. وهناك ما يعـرف بغبـار المناجم الأسـود، وهو دخان حـمضى خطيـر يؤثر على العظام ويسـميـه اليونانيـون (بومفوليكس).

وتؤثر تواجدات الكادميـوم على أذرع وسيقان المعـدنيين، وكذلك على رئاتهم وعيـونهم. وفى ذلك أنصح المعدنيـين، بالإضافـة إلى ارتداء الأحذية الطويلة السميكة، أن يرتدوا القفازات، ويمكنهم وضع أقنعة حرة الحركة على وجوههم أثناء العمل لمنع وصول أية مواد ضارة وسامة إلى الحلق والرئتين.

كما أن هواء المغارات، إذا ما كـان ساخنًا، فإنه يؤدى إلى صعوبات فى التنفس لدى العاملين تحت الأرض. ولتحسين تلك الظروف يستخدم المُعَدِّنون

بعض طرق التهوية التى سبق ذكرها. وبالطبع إذا ما استخدمت النيران لخلخلة الصخور والخامات فسوف يؤدى ذلك إلى صعوبات كبيرة فى التهوية، خاصة إذا ما كان الدخان المتصاعد منها غير كامل الحريق. وقد تؤدى الاختناقات التى تصيب المُعَدِّنين فى هذه الحالة إلى الوفاة مباشرة، أو بعد مدة قصيرة.

وفى نفس السياق، قد تتصاعد بعض الغازات السامة من ترسيبات بعض أنواع الفلزات ومركباتها أثناء عمليات التعدين، وخاصة مع اختلاف درجات الحرارة من مغارة لأخرى تحت سطح الأرض، بالإضافة إلى ما ينجم من أخطار بسبب الصقيع والبرودة الشديدة كما سبق.

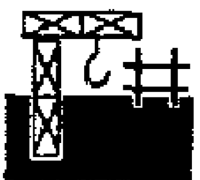
ومن المخاطر المهنية الأخرى التى يتعرض لها المُعَدِّنون، ما قد يصابون به من دوار مفاجئ أثناء الهبوط أو الصعود إلى ومن المغارات فى الآبار، حيث يتعرضون للسقوط من ارتفاعات كبيرة.

ومما يزيد من صعوبة المواقف فى تلك الحالات عدم توافر الإمكانيات المالية أو المادية لاتخاذ اللازم لتفادى حدوث المخاطر وحوادثها فى المناجم.

وفى كل تلك الظروف والأحوال، فإن هناك دورًا كبيرًا للملاحظ العمال فى المنجم، فعليه أن يأمر بخروج العمال فورا فى حالة الخطر، وفى ذلك إشارات صوتية معروفة وصفارات عليه إطلاقها فورًا، ويكون ذلك بالتنسيق الفورى مع ملاحظى العمال فى المناجم القريبة وعلى الأخص تلك المشتركة فى مداخل وآبار معينة مع منجمه.

وكما ذكرت (أجريكولا) سابقًا، على الملاحظ أيضًا التأكد من صلابة وفعالية أعمال التدعيم بالمغارات أو بالآبار أو تلك المستخدمة فى تدعيم سلالم هبوط وصعود المُعَدِّنين.

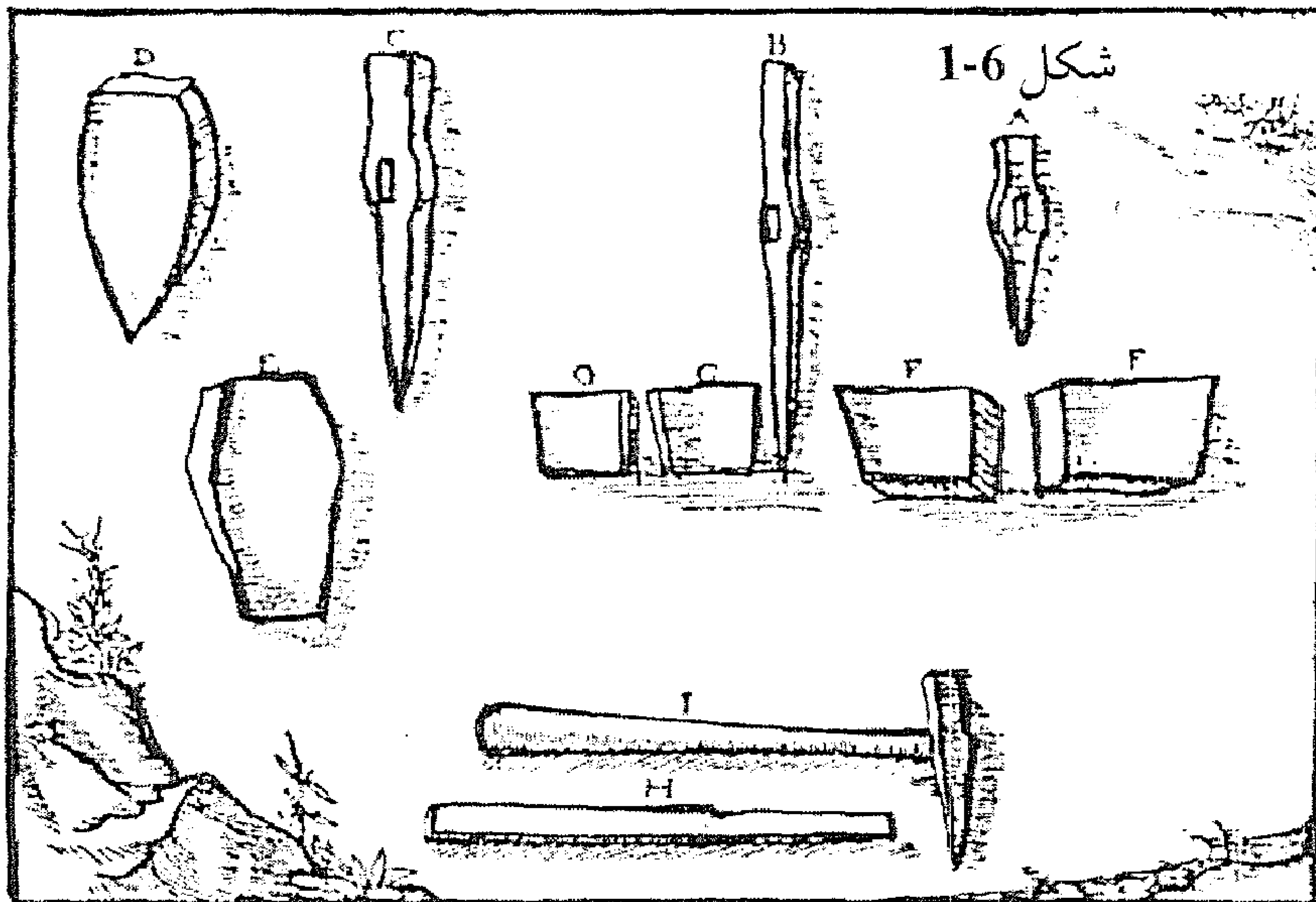
وقد تتسبب الأخطار السابق بيانها فى توقف العمل التعدينى بالمنجم. كما قد يؤدى إلى التوقف أيضًا تواجد المعدن أو الفلز المفيد وخاماته فى



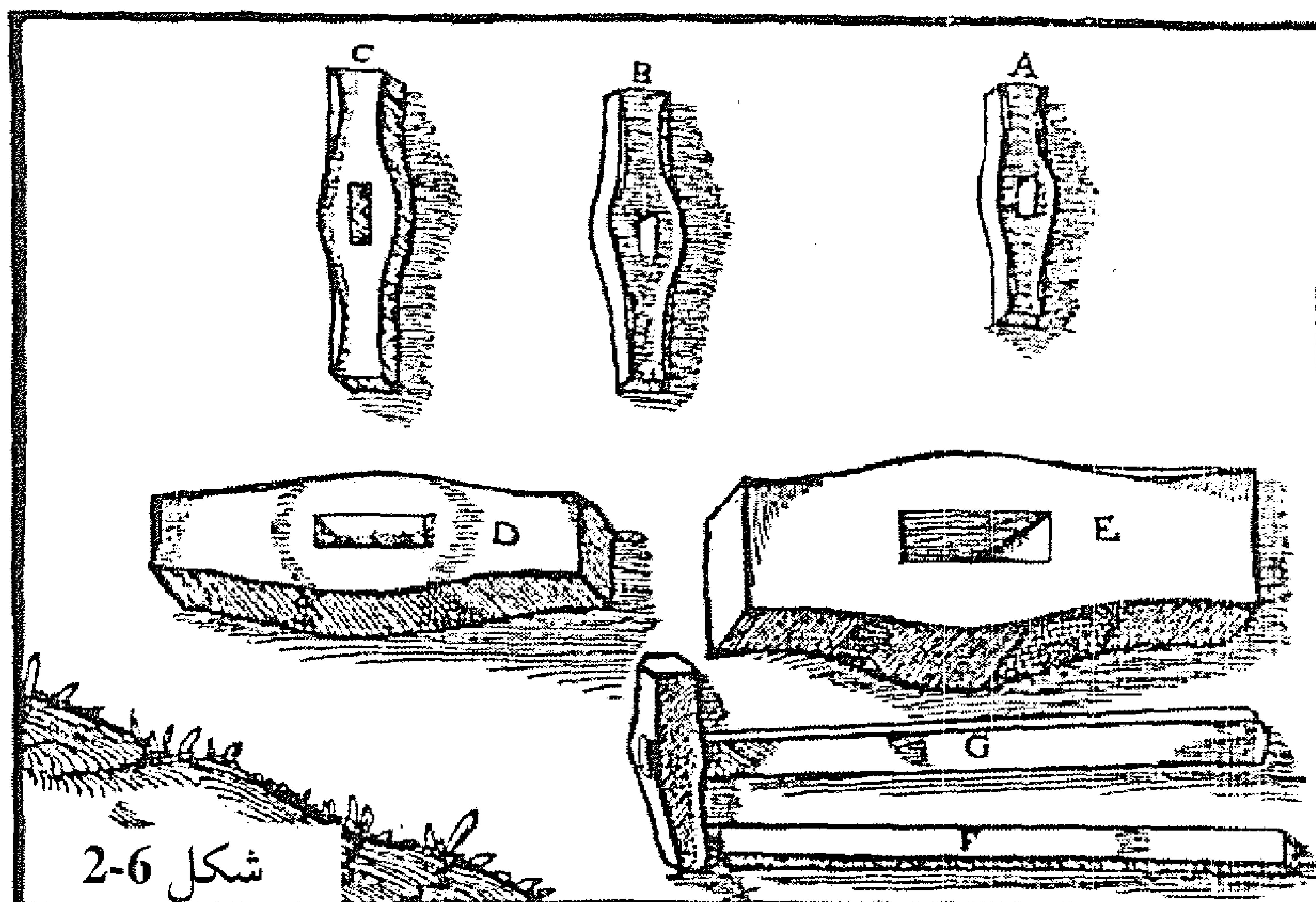


أعمــاق بعيــدة تحت سطح الأرض يصعب الوصــول إليها، أو بســبب الزيادة الكبيرة فى المياه المنجمية وعــدم إمكان تصريفها ورفعها إلى السطح، أو يمكن ذلـك ولكن بتكلفة كبـيرة جـداً لا يغطيها العائد المتوقع من أعــمال التعدين. كمــا قد تتسبب أعــمال حربيــة أو عسكرية فى موقع المنجم أو قــريبا منه فى توقف العمــل. وعمومــًا، فإنه من الواجب تدوين وتســجيل أســباب توقف أعمــال التعدين والــظروف التى أدت إلى ذلك التوقف، حتــى يمكن الرجوع إليها مســتقبلاً، إذا ما تغيرت الظروف أو تواجدت المعــدات الأقدر على تنفيذ العمليات التعدينية بطريقة أكثر أمنًا أو بعائد يتناسب مع تكلفة التشغيل.

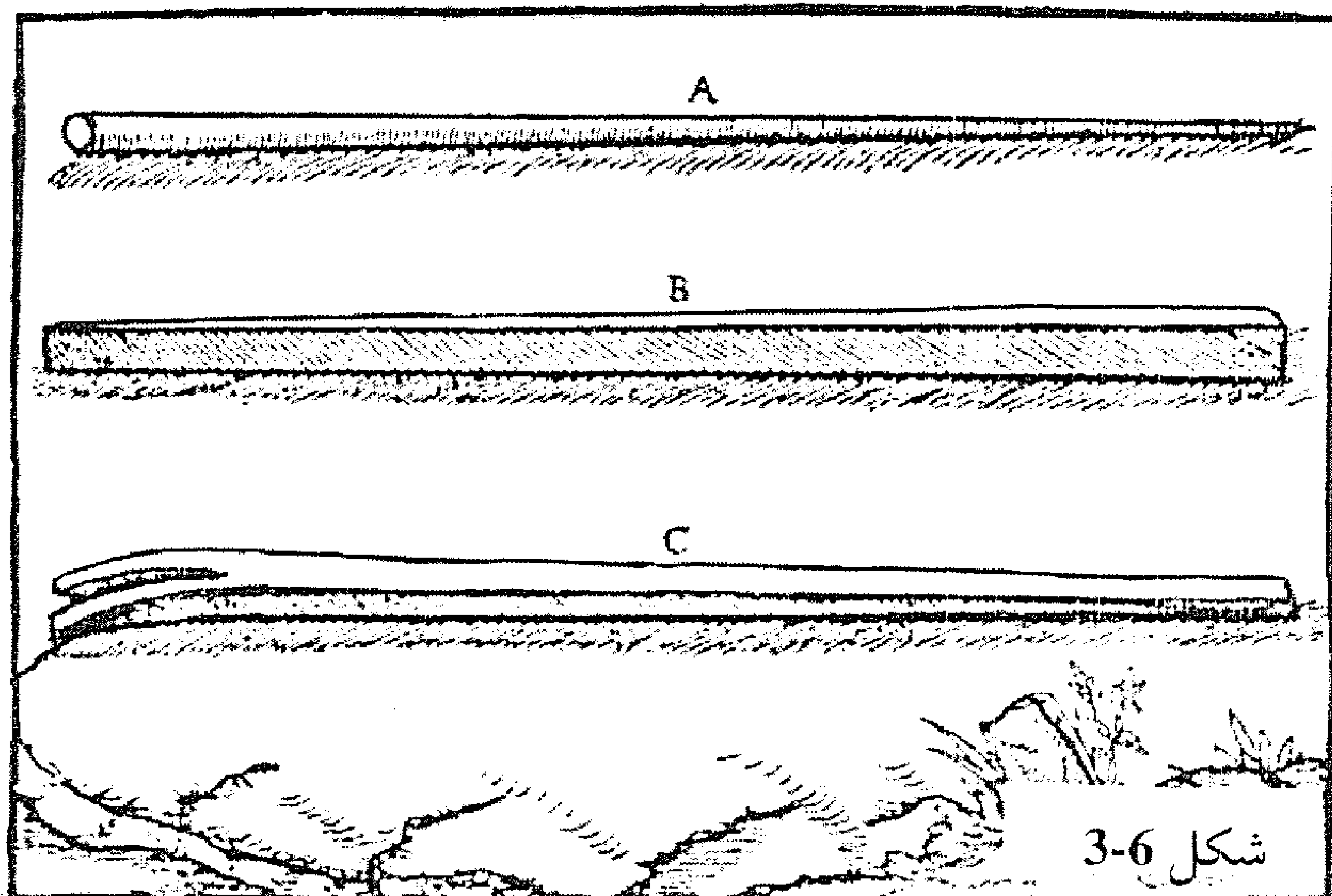
***



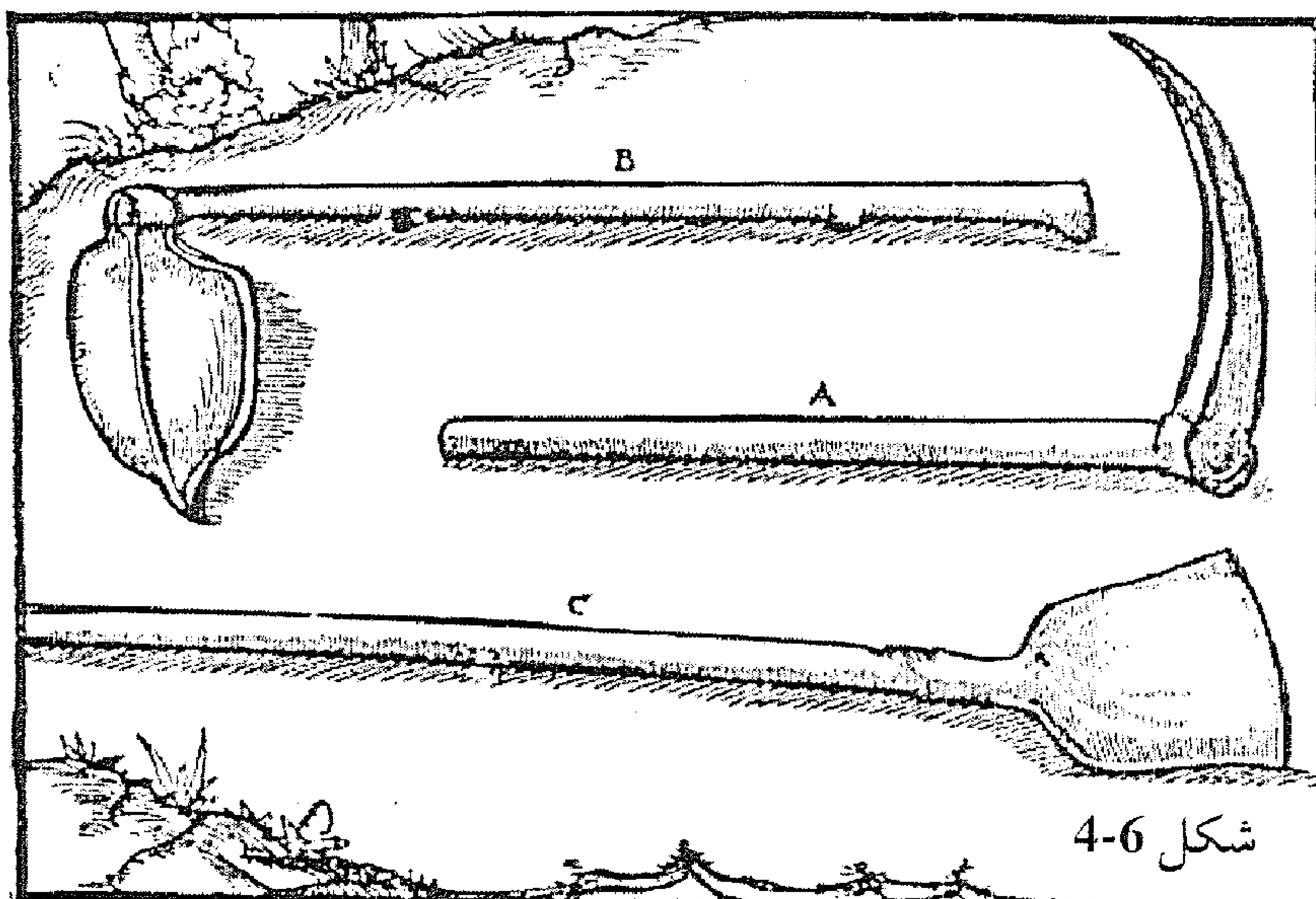
شكل 1-6



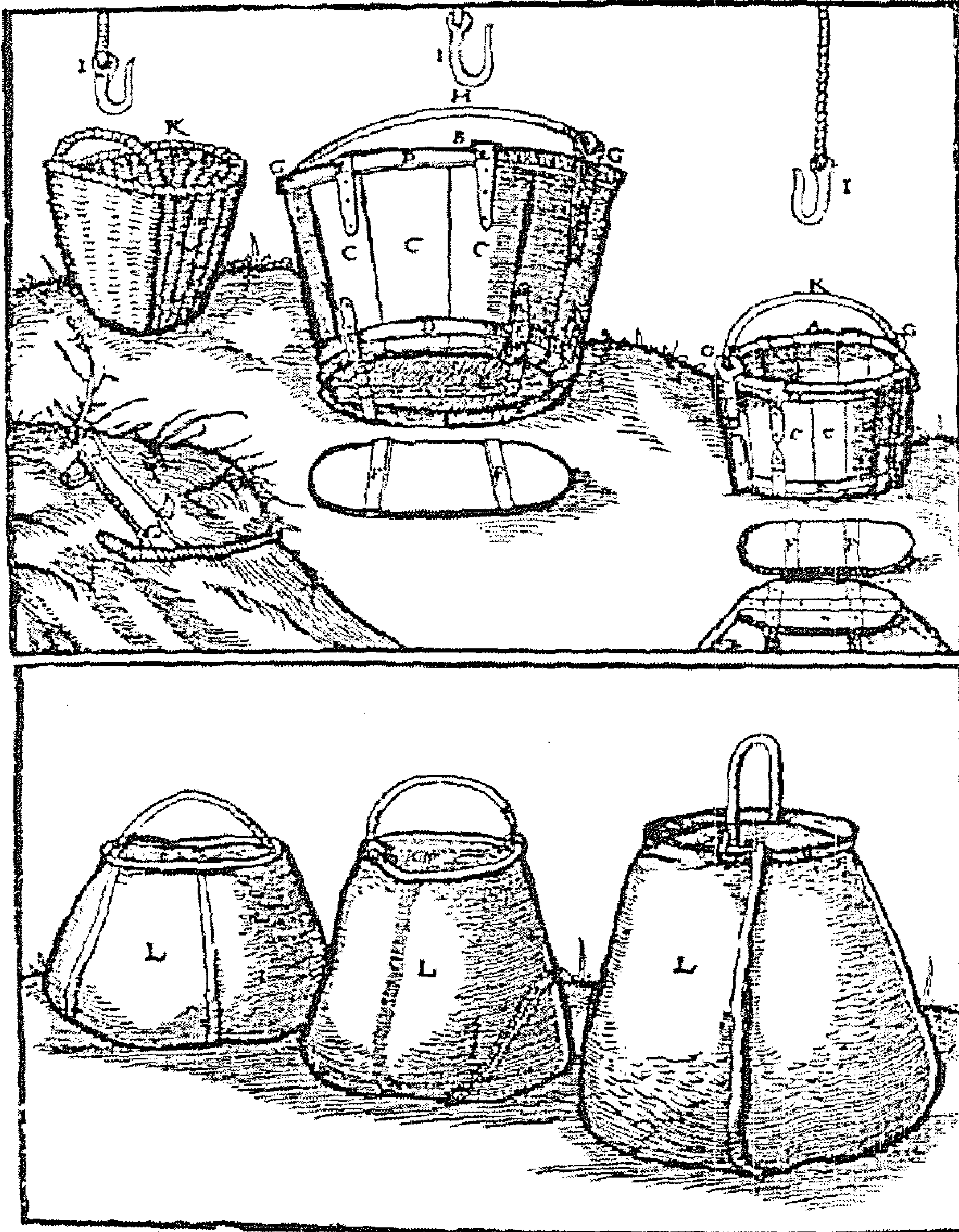
شكل 2-6



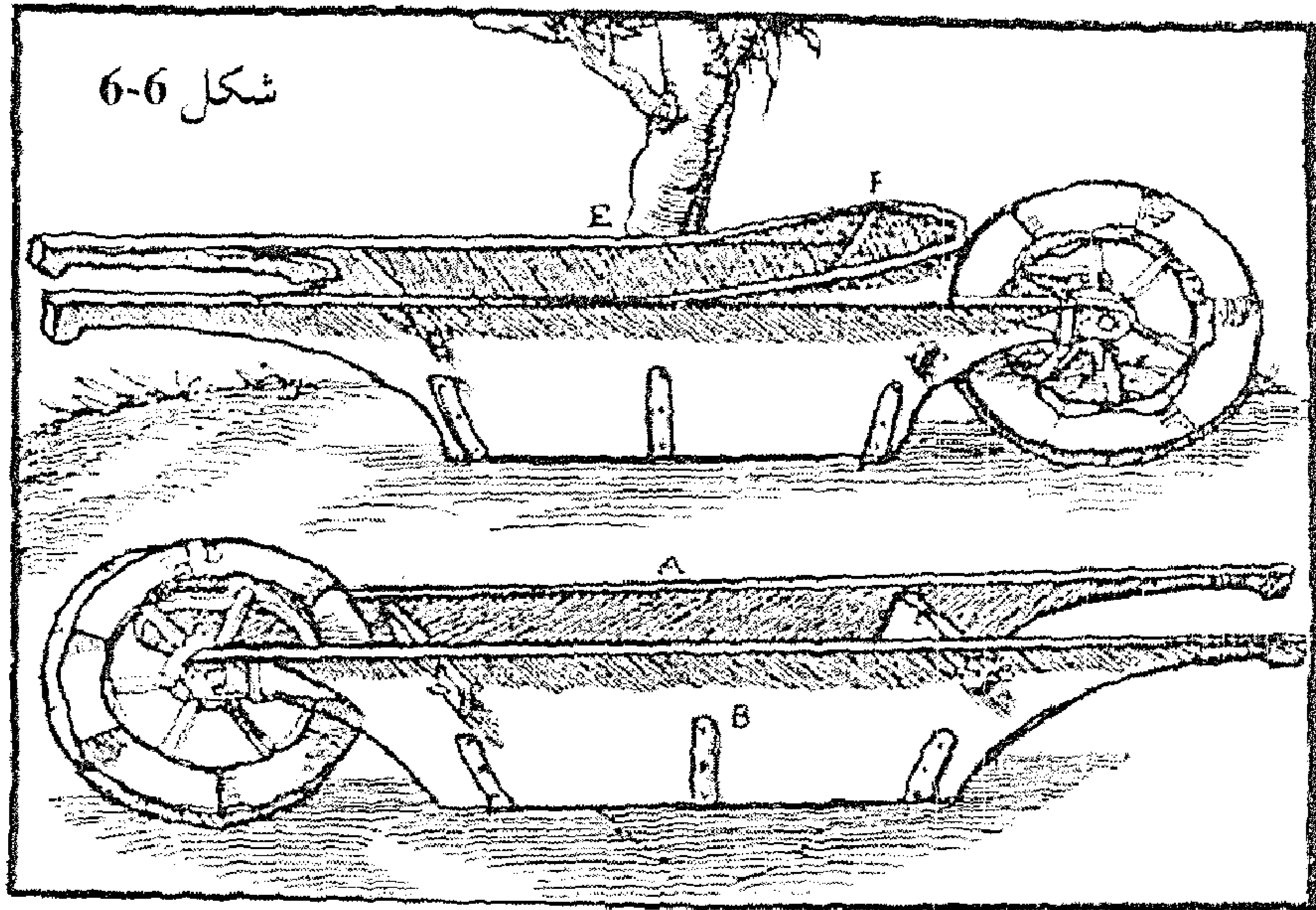
شكل 3-6

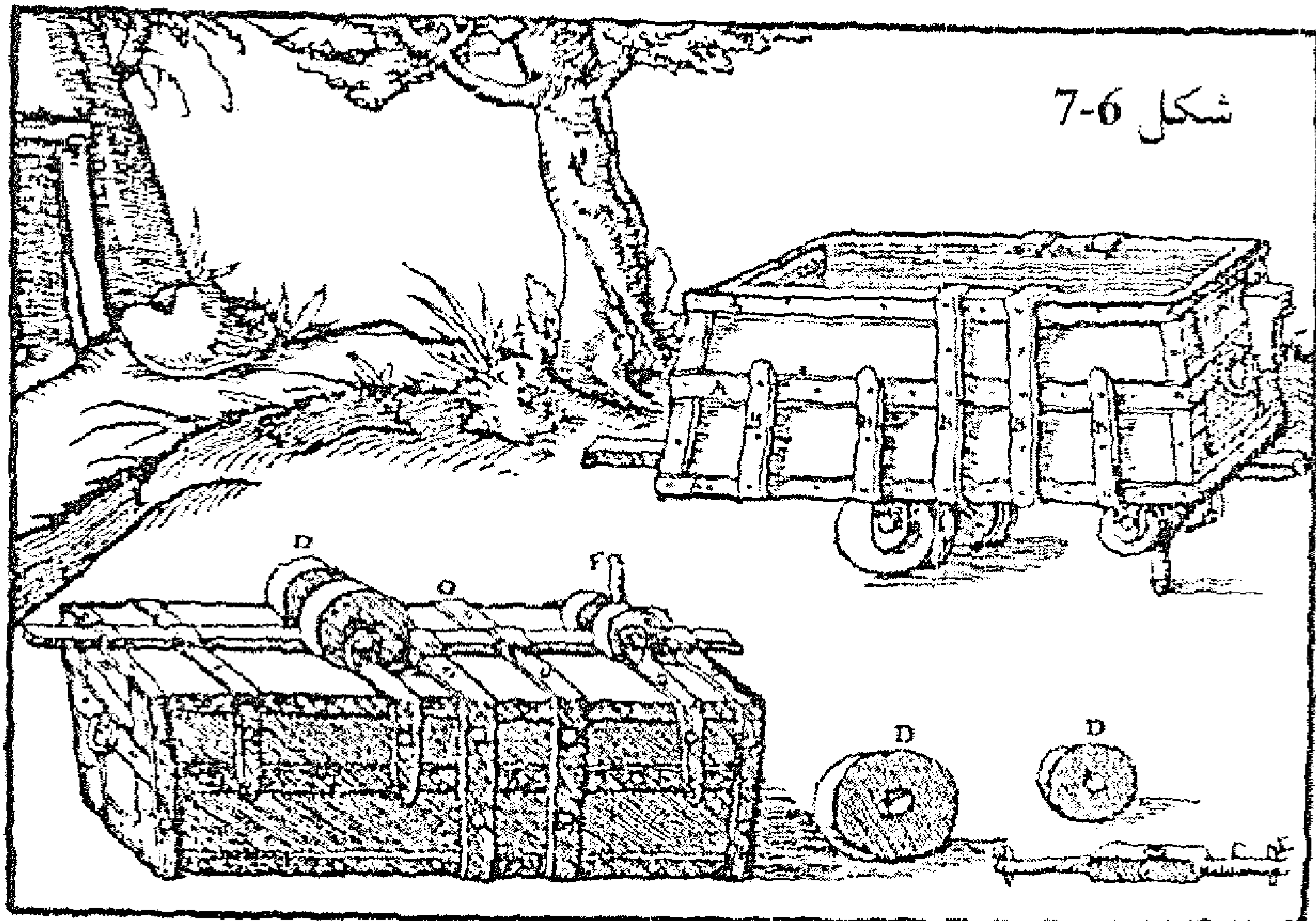


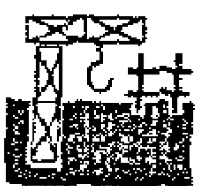
شكل 4-6



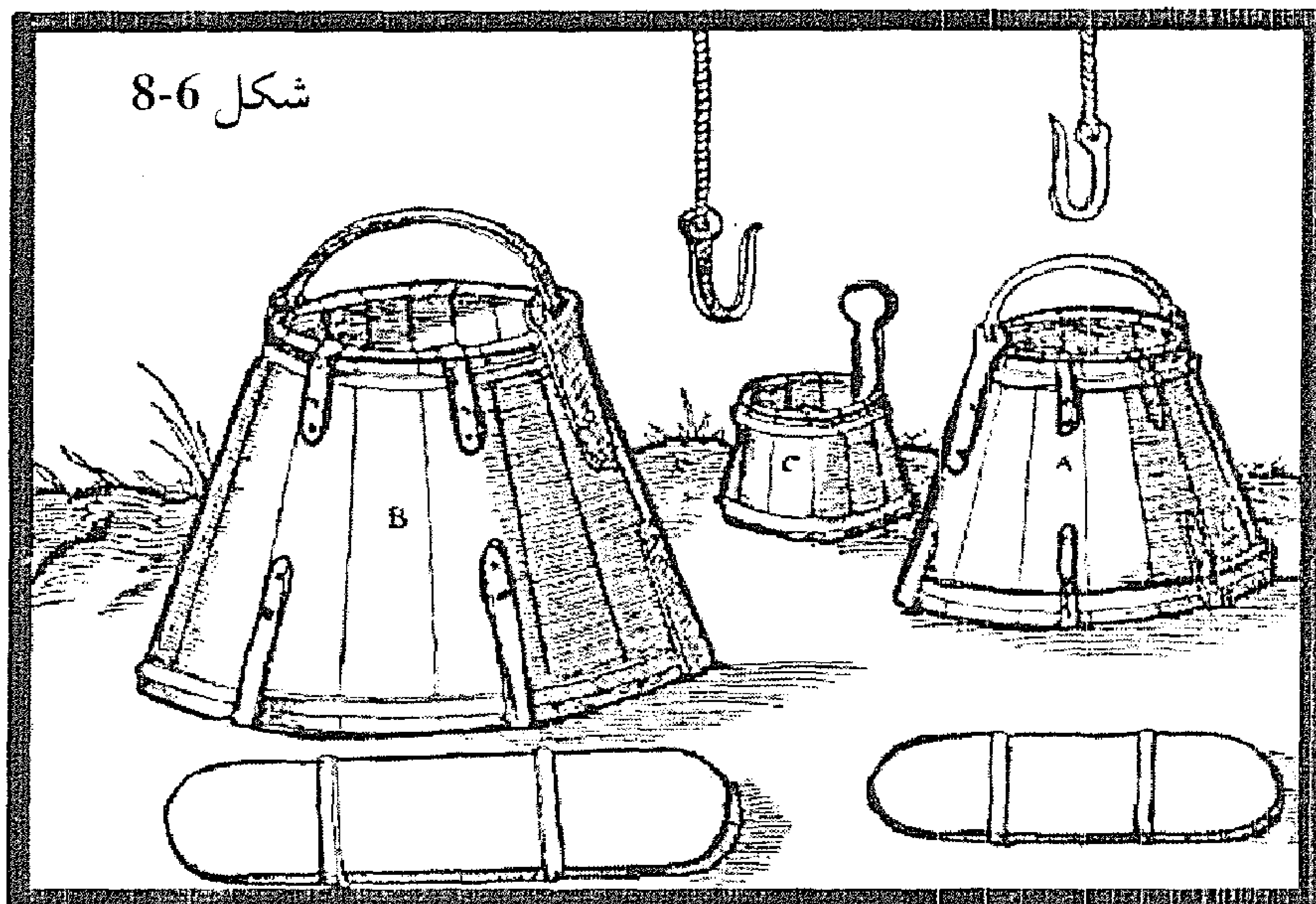
شکل 5-6


شكل 6-6

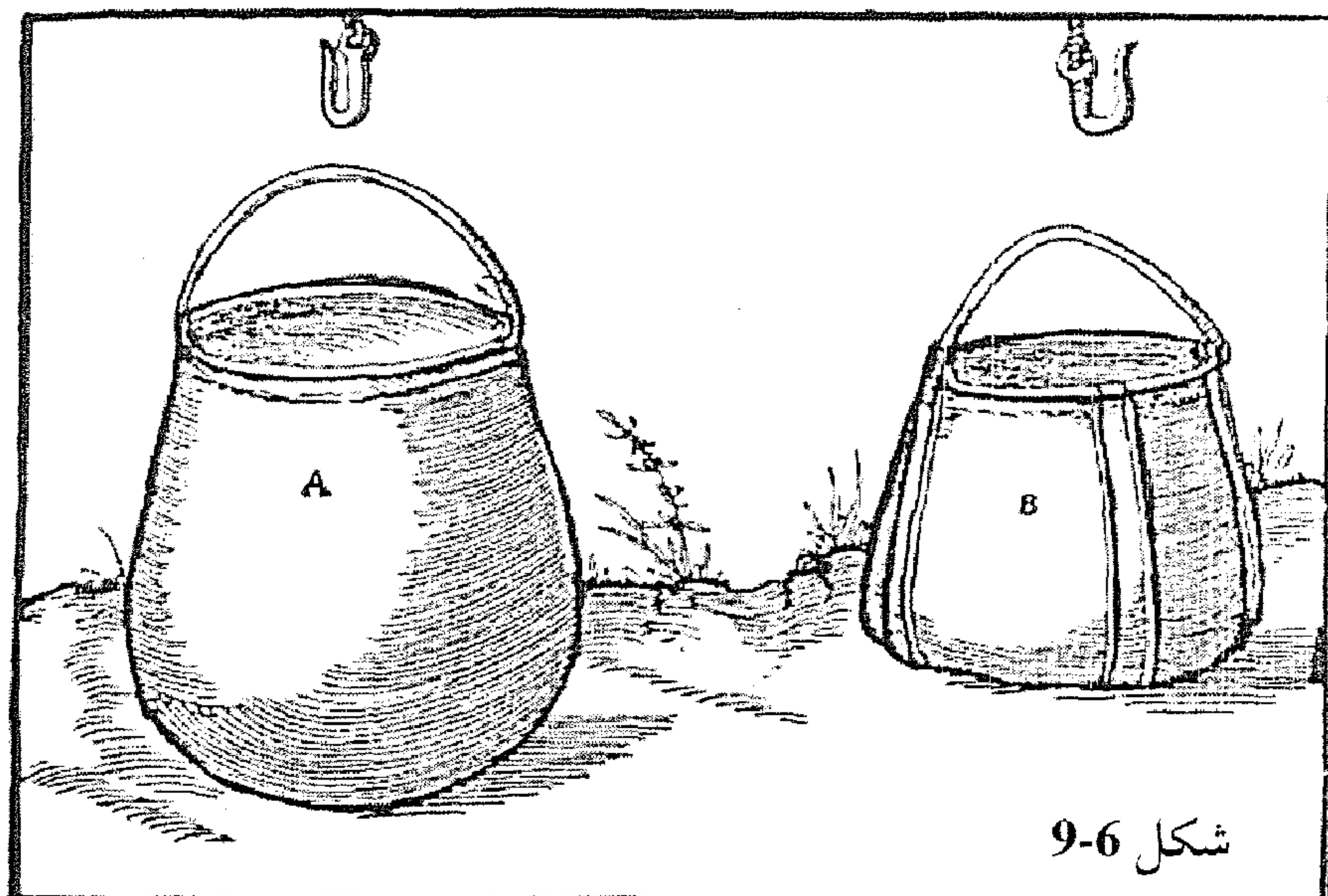

شكل 6-7



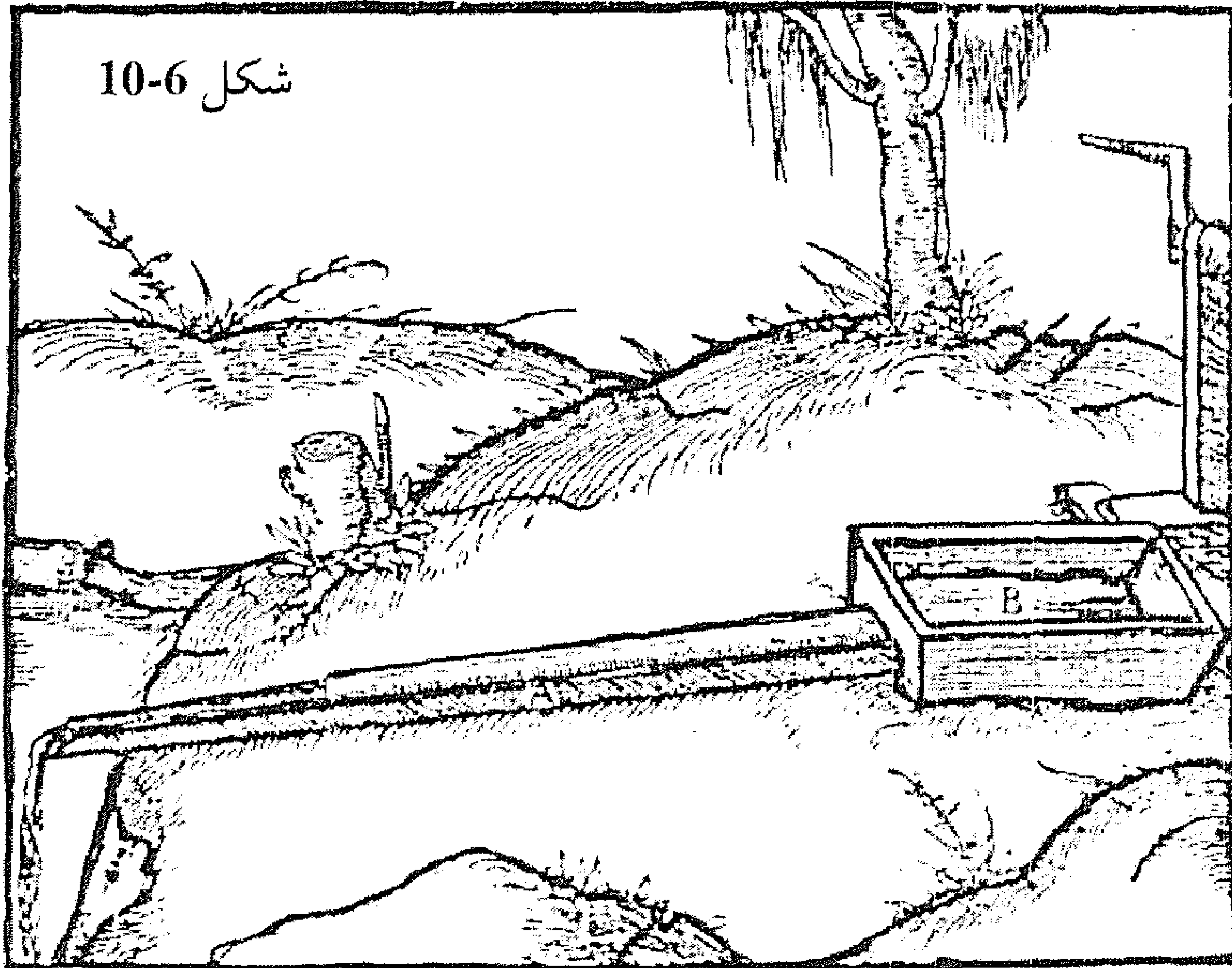




شكل 8-6



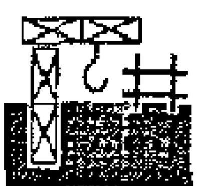
شكل 9-6

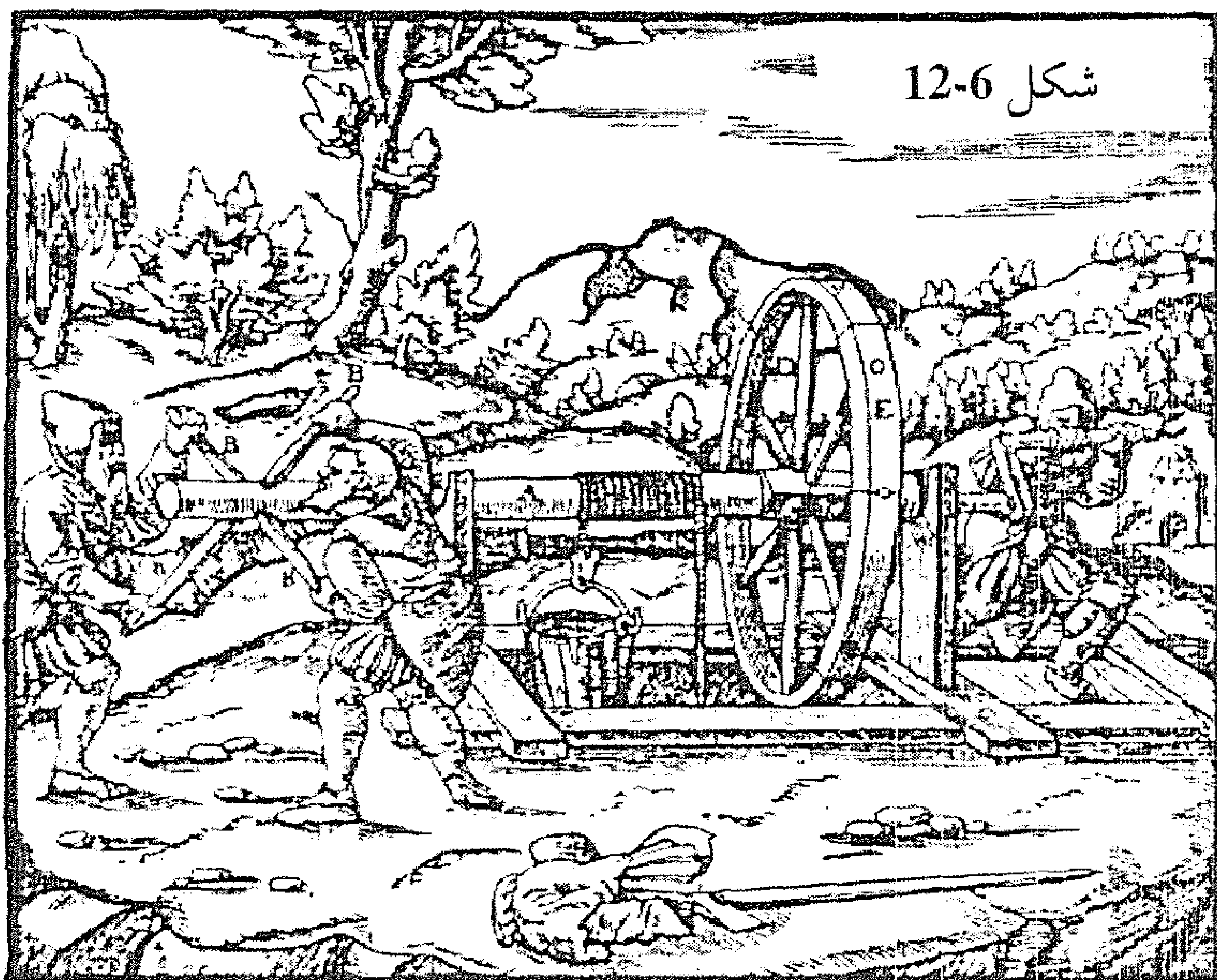


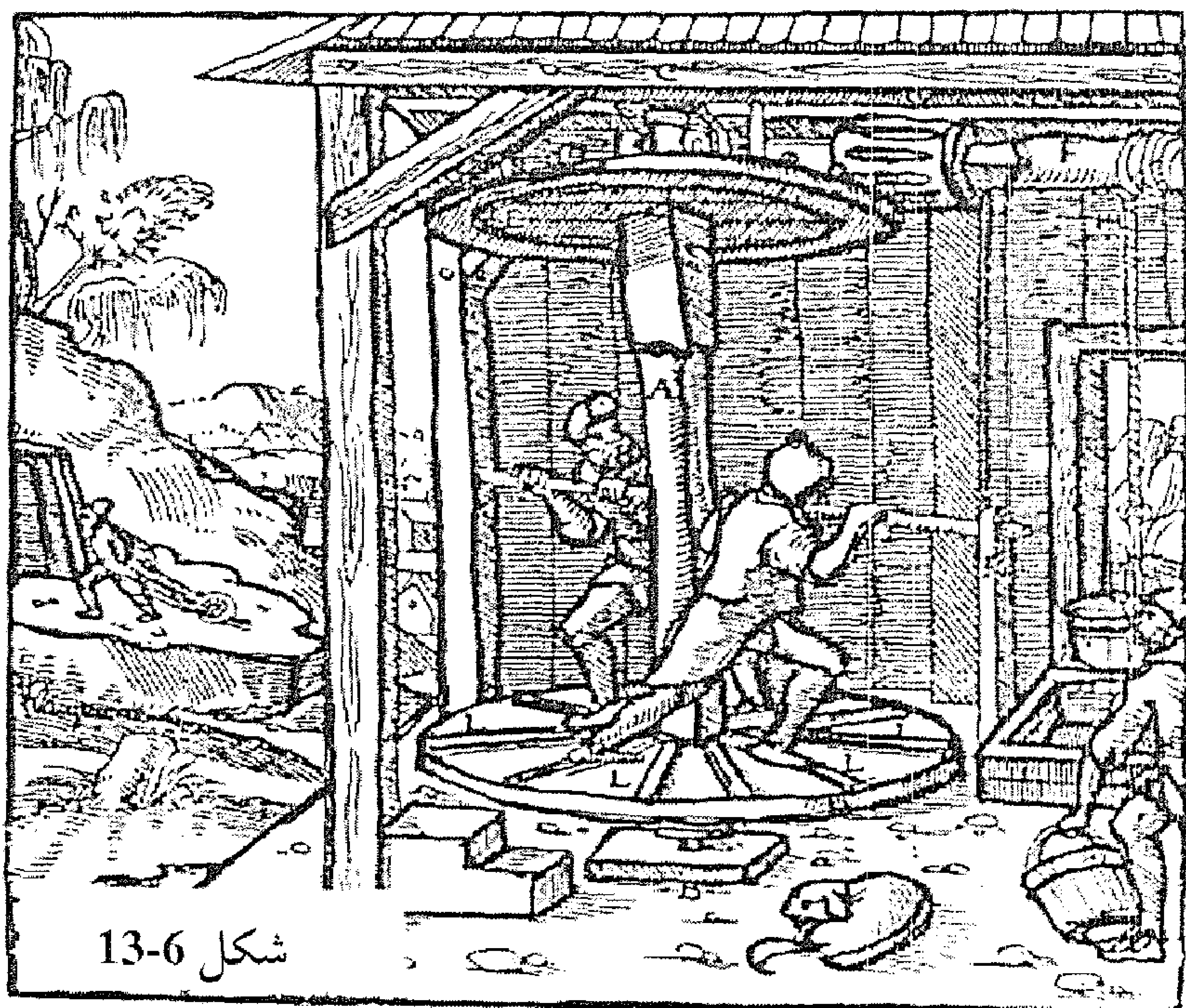
شكل 6-10



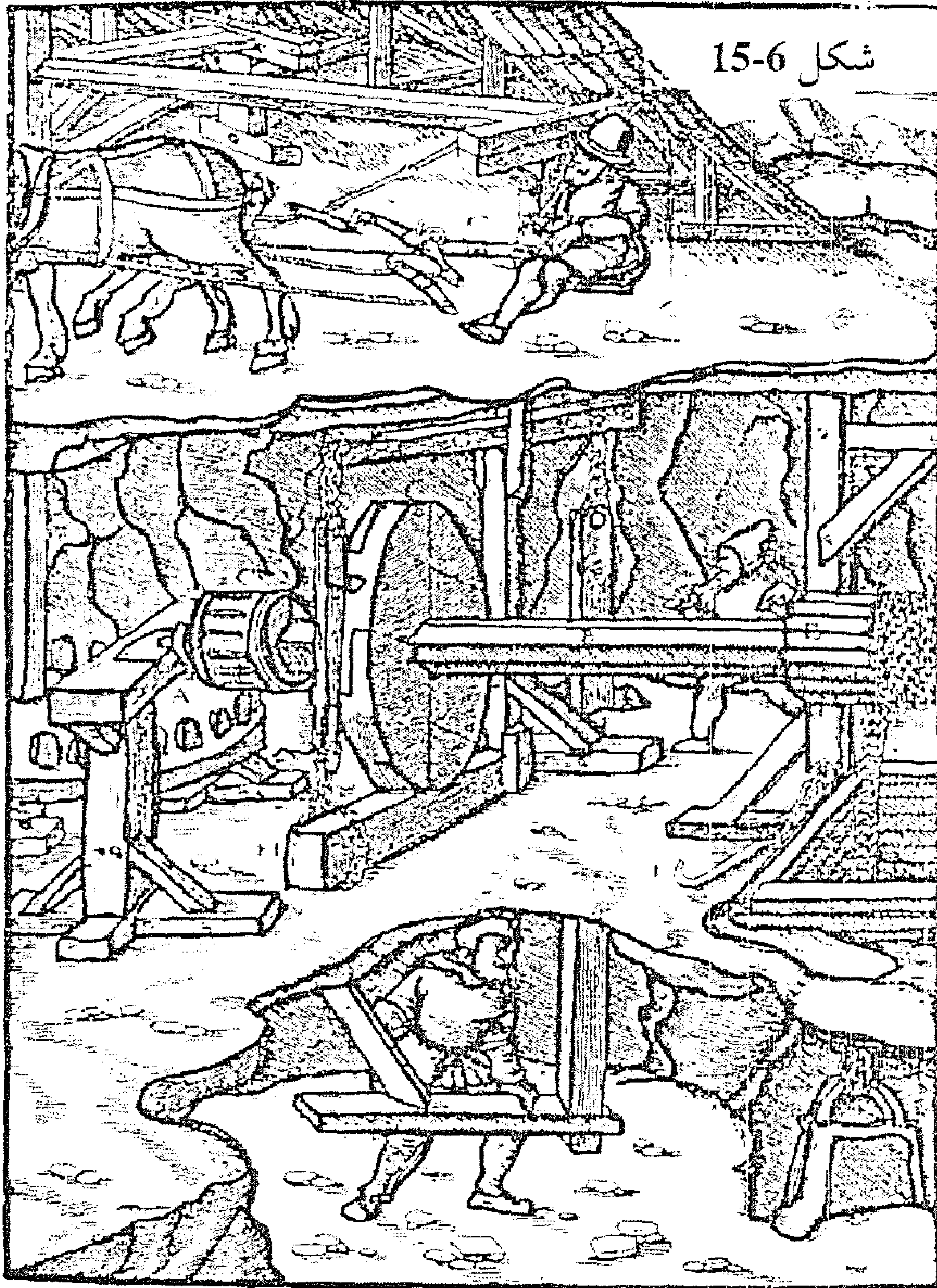
شكل 6-11





شكل 6-12


شكل 6-13

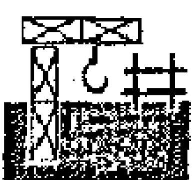
شكل 14-6



شكل 15-6



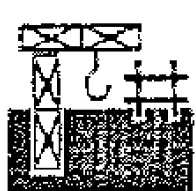
شكل 16-6



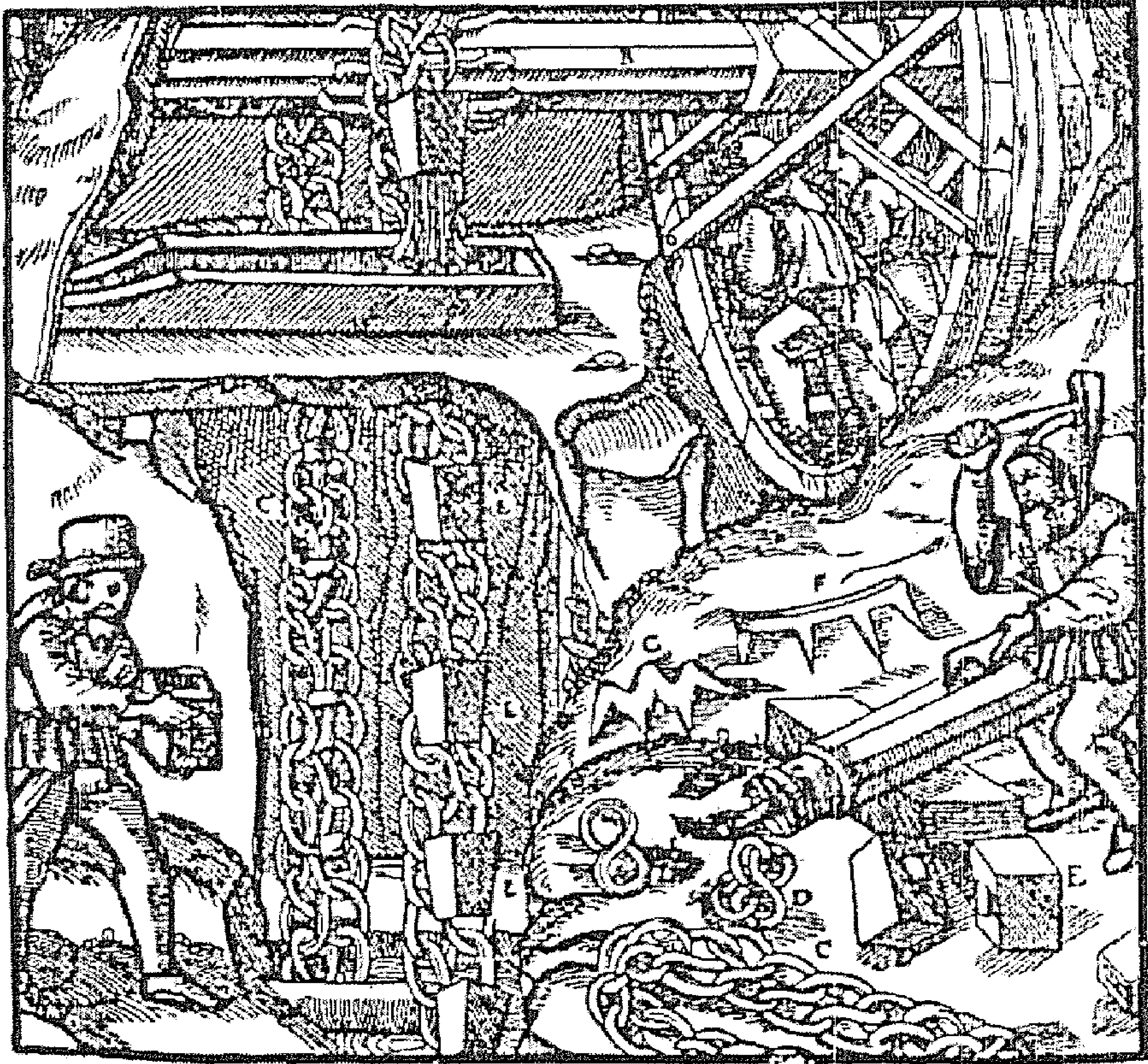


شكل 6-17


شكل 6-18
D
C
B
E

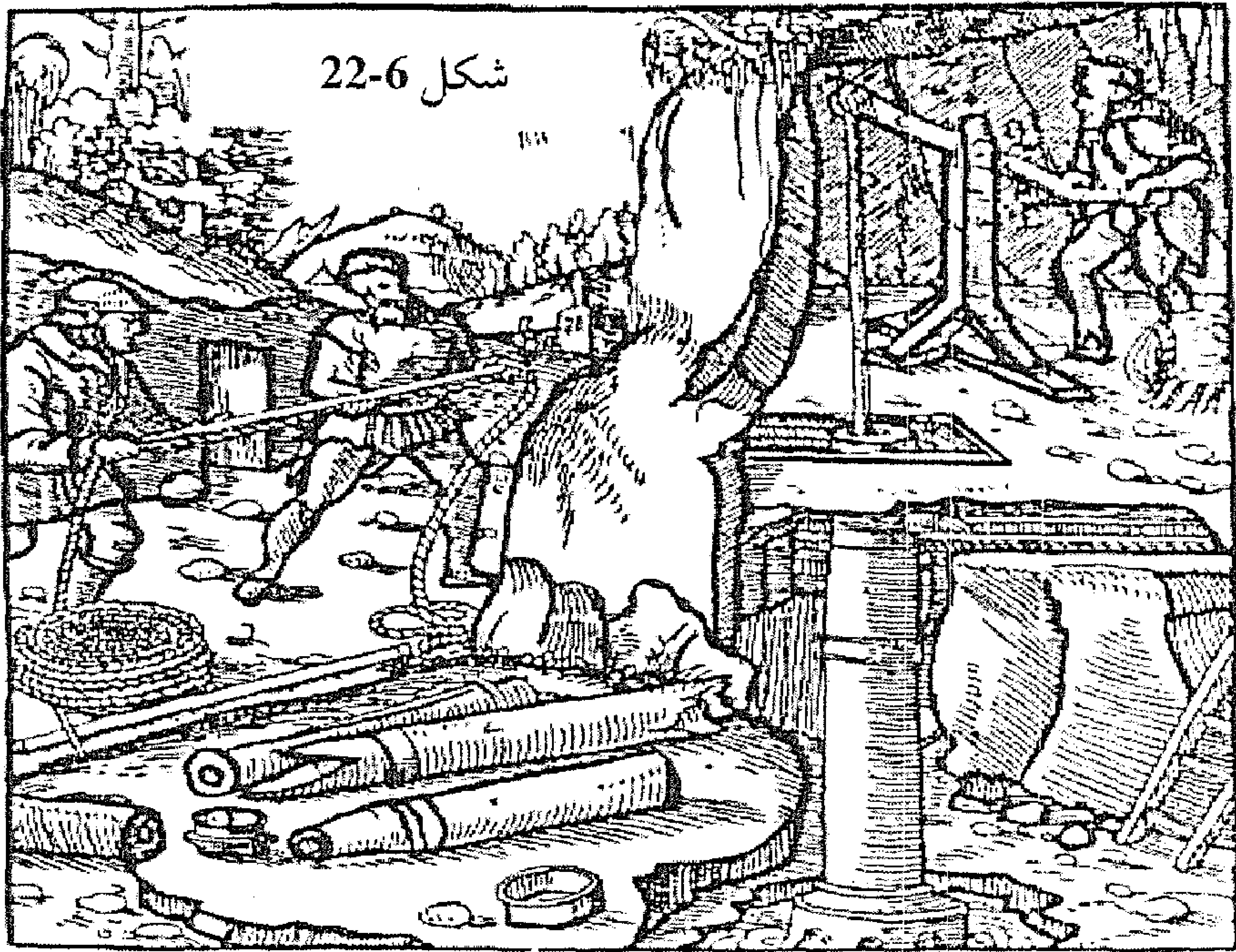



شكل 19-6

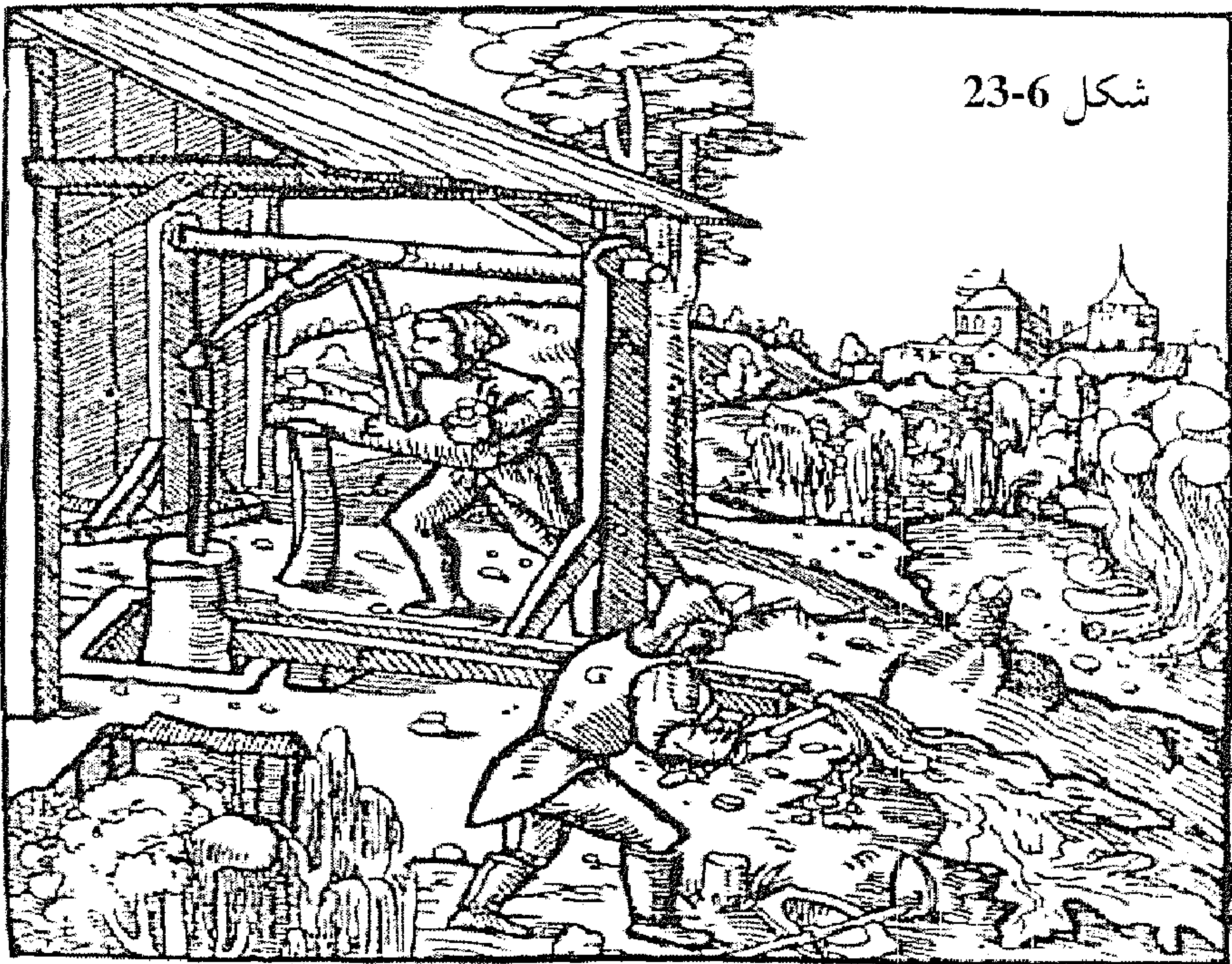


شكل 6-20

شكل 6-21



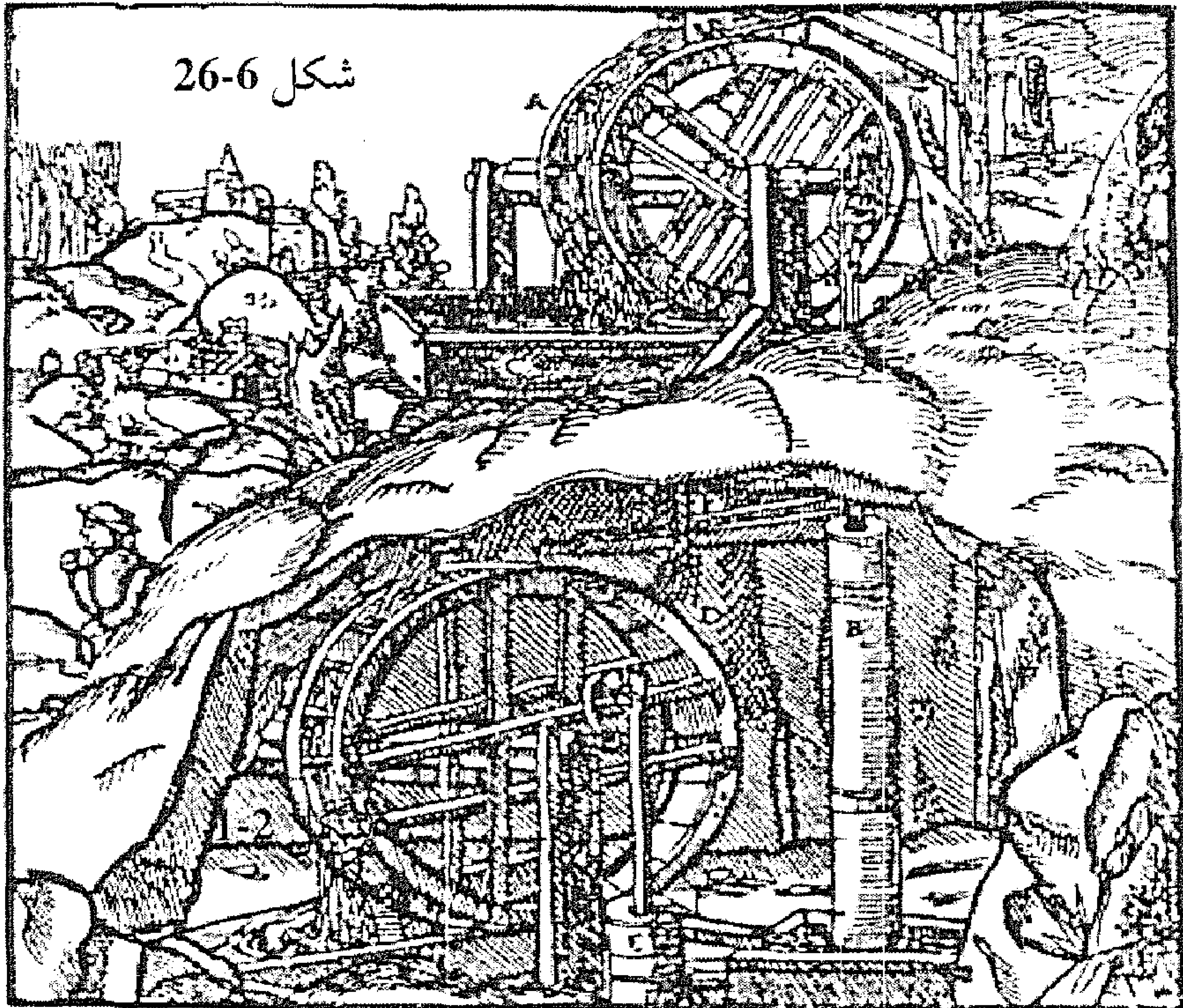
شكل 6-22

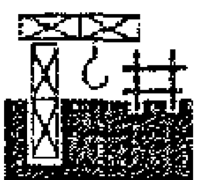


شكل 6-23

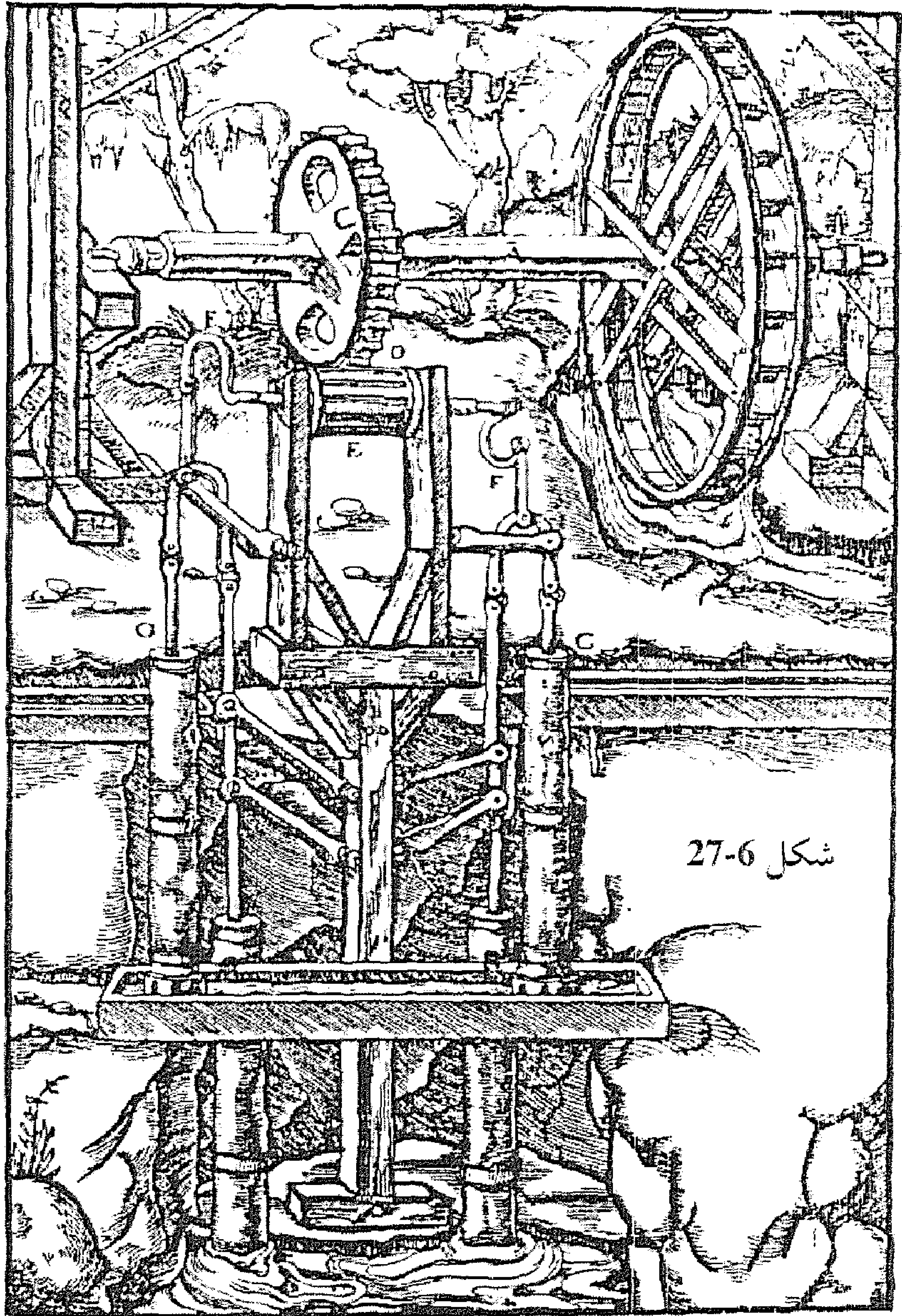
شكل 24-6

شكل 6-25


شكل 6-26





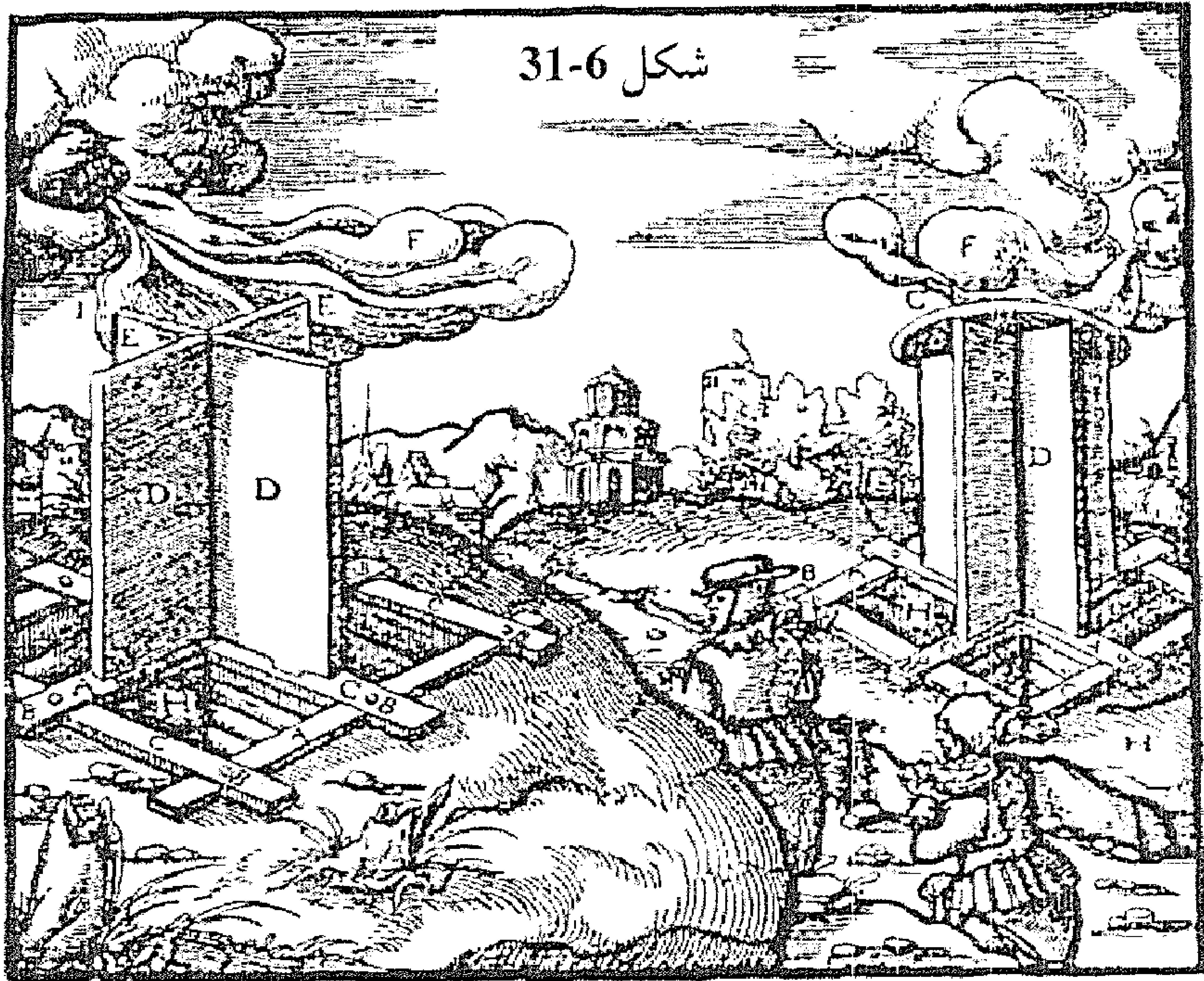


شكل 6-27

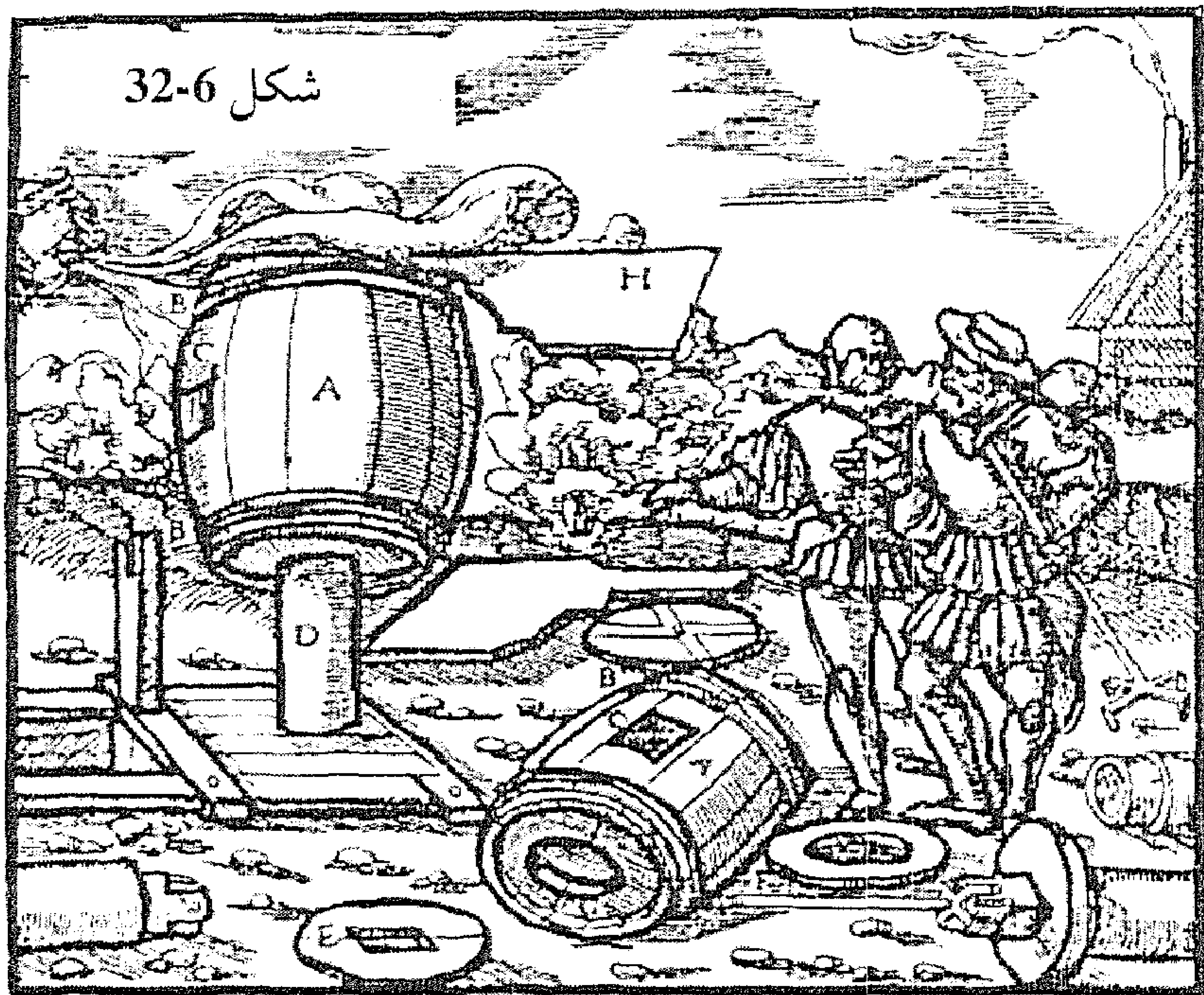

شكل 6-28

شكل 6-29

شكل 30-6

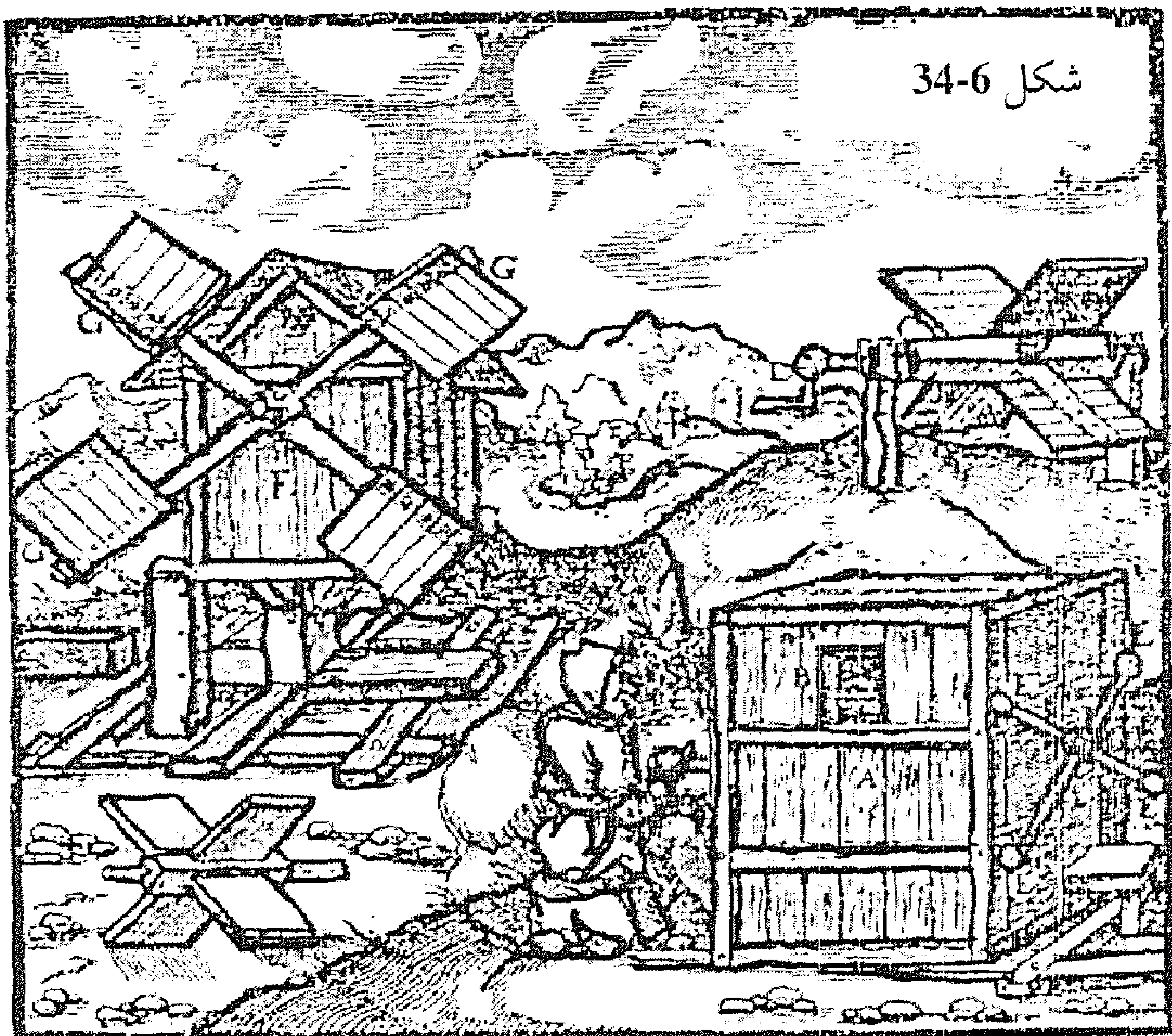


شكل 6-31

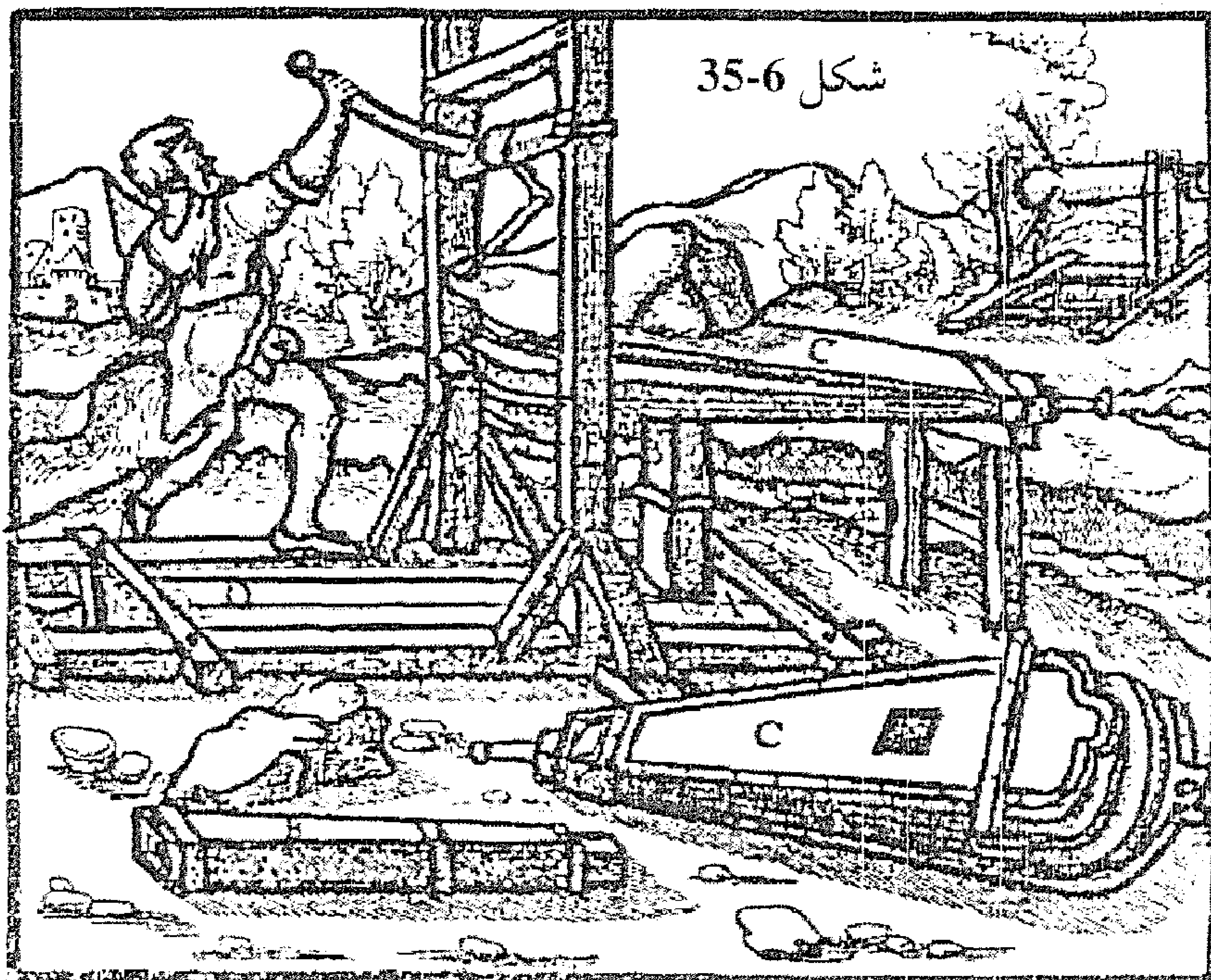


شكل 6-32

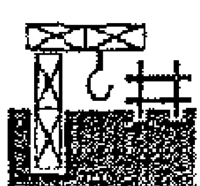
شكل 6-33



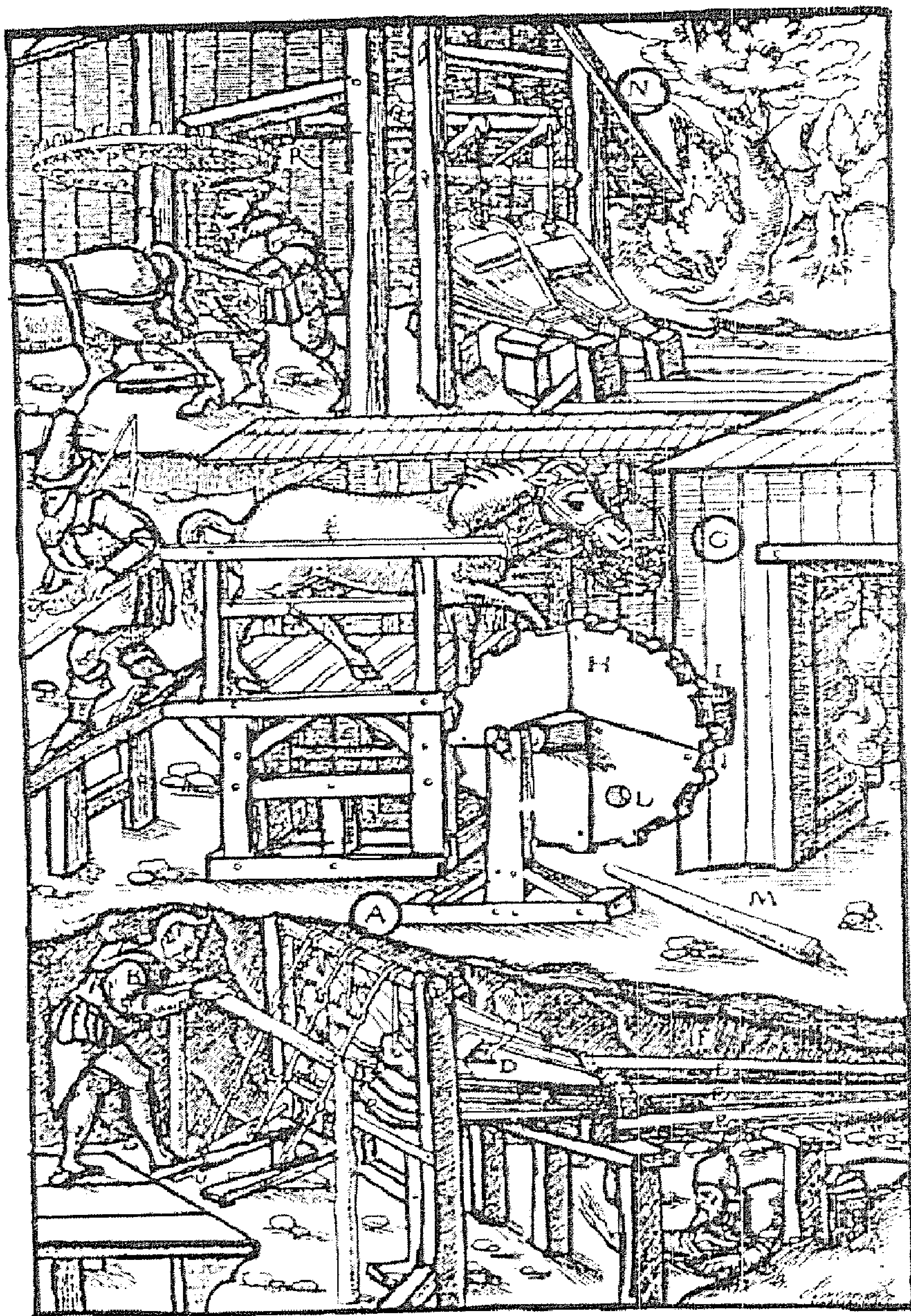
شكل 6-34


شكل 6-35
C
D
C


شكل 6-36
A
B







شكل 6-37

شكل 38-6

الكتاب السابع

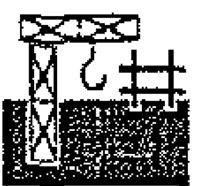
أتناول (أجـريكولا) فى هذا الكتاب السـابع أخذ عـينات الخامـات من عروقهـا أو طبقاتها، وخـاصة المعدات المطلوبة لذلك. وهى عمـلية ضرورية حيث على أسـاسها يمكن بحث أفـضل الطرق لتخليص الخـام من الشوائب للحـصول عـلى المعدن أو الفـلز المفيـد وهو الهـدف الأسـاسى من أعمـال التـعدين. وعلى حـد علمى (أجـريكولا) لم يسـبق أن تناول أى من المراجع القديمة هذا الموضوع.

ويمكن للمُـعَـدِّنين أن يتوصلوا إلـى تعيـين تركـيب الخام وتواجـدات مخـتلف المعادن والفلزات به عن طريق أخـذ عينات لتحلـيلها ومعـرفة نسب تواجدها وكمـياتها. كما يمكنهم بذلك مـعرفة أماكنها وتوزيعـاتها فى عروق الخام أو طبقاته. وبدون هذه العملية فإنه قد يفقد المُعَدِّنُون أجزاء من المعدن أو الفلز المطلوب الحصول عليه ولا يستفيد منه ملاك المنجم والمساهمون معهم.

إن تكاليف أخذ العينات، التى قد يفكر البعض فى توفيرها، هى بسيطة بالمقارنة بما قد يعـود علينا من خسائر، إذا ما قمنا بدون أخذ العـينات بتعدين خامـات منخـفضة فـى درجة جـودتها، ولن تعـود علينا بالعائد المرجـو من استخراجها ومعالجتها.

وتجرى عـمليات الـتحليل وتجـارب الاستخـلاص فى أفران قـد تكون صغيرة أو كبيرة حسب نوعية الفلز المفيد المراد تحليله. ونستخدم الفحم النباتى وليس الخشب فى عمليات الصهر المطلوبة. كما أن الأوانى والبواتق المستخدمة تكون إما معدنيـة أو خزفية. وعادة ما تجرى هذه العمليـات فى أماكن مغلقة وليست مكشـوفة، كمـا لا يسمح بدخول أفـراد غير معنيـين مباشـرة بإجراء التحليل إلى هذه الأماكن.





وأبدأ (أجريكولا) الحديث بالأفران، التى تختلف اختلافا ملحوظًا سواء فى شكلها أو فى المادة المصنوعة منها. فـمنها ما هو مصنوع من الحديد أو من الطوب أو من مــادة طفليــة. وتوضح اللــوحـة (شكل 7 – 1) فـرنًا دائرى المقطع، بينمـا توضح لوحـة (شكل 7 – 2) فرنًا ذا مـقطع مسـتطيل. ويبلغ ارتفـاع الأفران حـوالى نصف ساجـين أو أكثر (حـوالى المتر). أمـا الارتفاع الداخلى لفرن من الطـوب فلا يزيد عن نصف المتر والعـرض حوالى 0.3 م، وكذلك العمق.

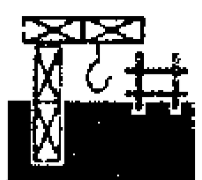
وفى حالة استخدام ألواح حديدية يراعى تغطيتهـا بطبقة طفلية لحمايتها من تأثير النيران المستـخدمة فى الصهر، وهى عادة مـزودة بثقب مناسب كما فى اللوحة (شكل 7 – 3).

وبالطبع، نحتـاج لاستخـدام منفاخ (B) لتنشيط الوهج المطلوب ورفع درجة الحرارة، حـيث يوجه اللهب إلى البوتقـة الحديدية (A)، وذلك بلوحة (شكل 7 – 4)، وهى توضح معالجة خامـات النحاس، الذى ينفصل منصهراً بفعل الحرارة.

ولتصنيع الأفـران الطفلية تسـتخدم نوعـيات معينـة من الطفلات، التى تصبح صلبة إلى درجة كبيرة بعد حرقـها وتجفيفها. واللوحتان (شكل 7 – 5) و(شكل 7 – 6) تبينان بعض البـواتق الطفلية (الخزفيـة) بالإضافة إلى أدوات الطحن والطرق المسـتخـدمة لإدخـال العـينات إلى الأفران ولطحنهـا، وهى بأشكال عديدة موضحة باللوحتين.

ويجرى تجـهيز العـينات ومعالجـتها، تمهـيداً لإجراء التـحليل المطلوب بالحرق المباشر وغـير المباشر والطحن والغسيل وغـير ذلك، مع مراعاة الوزن قبل كل عملية وبعدها والتجفيف عند الضرورة.





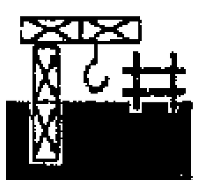
ولا ينصح بالحرق أو الغسيل بالنسبة للخامات المرتفعة فى درجة جودتها، ولكن يُكتفَى برفع درجة الحرارة بطريقة غير مباشرة أثناء عمليات المعالجة والتحليل. وكثيراً ما يضيف المُعَدِّنُون مواد معينة إلى الخام أثناء إجراء التحليل، وذلك كعوامل مساعدة، وبعضها قد يتفاعل مع الخام. وهنا يجب ملاحظة أن بعض الفلزات المتواجدة قد يتم تدميرها كليةً، أو قد تتصاعد مع دخان الحريق أثناء المعالجة. وخير مثال على ذلك خامات الرصاص المحبب أو خامات الرصاص بصفة عامة.

كما قد تضاف أملاح معينة أثناء المعالجة والتحليل، بل وقد يضاف الرصاص والنحاس. وعلى القائمين بالتحليل أن يراعوا أن لا تكون تلك الإضافات باهظة التكاليف، ولديهم خبرات واسعة فى التعرف على تركيب الصخر أو الخام بالتقريب، بمجرد النظر إلى ألوان الدخان المتصاعد أثناء المعالجة.

وفى بعض الحالات تضاف أملاح صناعية معروفة التركيب أثناء المعالجة والتحليل، ومنها أملاح البوتاسيوم، ويجب فى هذه الحالة مراعاة الأوزان المستخدمة عند حساب النتائج النهائية لعملية التحليل بطريقة اتزان المواد. كما يستخدم البعض خيوطًا من الصوف وأملاح النترات، بل وخبث الحديد وغير ذلك.

وتبين اللوحة (شكل 7 – 7) بعض الأدوات المستخدمة فى المعالجة والتحليل، وعادة تجرى عمليات التحليل على ثلاث عينات من نفس الخام بإجراء نفس الخطوات فى نفس الوقت، للتأكد من صحة النتائج وتطابقها. ويجب على القائمين بالتحليل النظر إلى خطوات العملية من خلال فتحة خاصة فى حاجز خشبى بسمك حوالى 14 سنتيمتراً، وذلك للوقاية من خطر إصابة عيونهم بالالتهابات نتيجة لتصاعد الغازات والأدخنة أثناء التفاعلات الجارية فى العينات.





أما بالنسبة لخامات الذهب عند تحليلها، فعادة نستخدم حوالى ستين جرامًا من الرصاص الثقيل لكل سنتنر (47 كيلوجرامًا) من الخام مع التسخين، وقد تضاف أملاح طبيعية أو صناعية حتى تنقية الخام من الخبث المختلط به. ويمكن التعرف على درجة نقاوة الذهب وزيادتها بإعادة التجارب أكثر من مرة، حتى نصل إلى ذهب لا يتغير لونه من تجربة لأخرى.

وهناك طريقة أخرى لتقييم الرمال المحتوية على الذهب بدون استخدام الحرارة المباشرة، وذلك بخلط العينة بالمياه والتسخين حتى تصاعد رائحة معينة ثم يتم الخلط (بضعف الحجم الابتدائى) مع الزئبق ثم تضاف مياه ساخنة أو دافئة ثم مياه باردة. وفى هذه الحالة يعلق الذهب بالزئبق ثم يتم فصل الذهب من مملغم الزئبق والذهب باستخدام أنسجة من القماش أو الجلد الرقيق الذى يفصل الزئبق ويتبقى الذهب الذى يعالج بالفحم لضمان نقاوته. كما قد تستخدم بعض الأحماض بدلاً من المياه. ويمكن أيضا فصل الذهب من المملغم بدون استخدام النسيج، ولكن يوضع الخليط فى وعاء خزفى مع التسخين البطىء وسحب الزئبق المنفصل لاستخدامه مرة أخرى.

ولخام الفضة المرتفع فى درجة جودته ألوان متعددة، سواء أكان لون الفضة المعروف بلمعانه أو بلون الرصاص الغامق أو باللون الأحمر أو الأصفر. وتبدأ المعالجة بتنظيف الخام ثم تسخينه مع إضافة حوالى 30 جرامًا فقط من الرصاص، ويراعى عدم زيادة كمية الرصاص. أما خامات الفضة المنخفضة فى درجة جودتها، فإنه يجرى تجفيفها ثم إضافة نفس كمية الرصاص مع التسخين فى هذه الحالة إلى ما قبل الانصهار، ثم يستمر التسخين حتى انفصال الخبث. كما يمكن الإسراع بالعملية بتقليب الخليط بقضيب حديدى، وبمجرد التبريد والتجمد يتم التنظيف من الخبث حتى خروج الرصاص تمامًا.

ولا يستخدم الرصاص مع خامات النحاس، بل يتم تسخين الخام بنار قوية لمدة ست إلى ثمان ساعات ثم التبريد والغسيل يليهما التجفيف. ويلاحظ أنه قد يكون هناك بعض الفضة المحتواة فى خام النحاس، فتجرى المعالجة بإضافة أكسيد الرصاص الأصفر، ويوضع الخليط فى الفرن مع التسخين حتى ينفصل الخبث، مع تكرار العملية لأكثر من مرة. وللحصول على الفضة المصاحبة لخام النحاس قد يضاف قليل من الرصاص بطريقة أخرى.

وبالنسبة لخامات الرصاص يستخدم ما يعرف باسم (حجر الرصاص) مع مركبات الفحم. وبمجرد الانصهار يسحب الفحم ويترسب الرصاص فى القاع. وقد تحتوى خامات الرصاص على بعض الفضة.

وعادة ما نستخدم المغناطيس لاختبار خامات الحديد بعد تسخينها وطحنها وغسلها ثم تجفيفها، وذلك بدفع مغناطيس داخل العينة، الذى يجتذب الحديد فى حالة تواجده فى العينة ويجمع فى بوتقة خاصة مع النترات. وبقدر تواجد الحديد وبعض مركباته كمعدن الماجنتيت فى العينة، بقدر انجذاب كميات منه للمغناطيس المستخدم.

ويمكن اعتبار الذهب والفضة فقط فلزين ثمينين، وأى فلز آخر يعتبر فلزًا غير ثمين، وهناك عدة طرق لفصل الذهب والفضة عن غيرهما من الفلزات. ولقد قام الأقدمون بفصل الذهب فقط، بينما يمكننا زيادة ربحية التشغيل بالحصول عليهما معا بالإضافة إلى فلزات أخرى كالنحاس وغيره. ويتم الفصل على مراحل من شرائح، لوحة (شكل 7 – 8) وهى مرقمة ثم معرفة نسبة كل فلز بالشريحة. وتعتبر النسبة 100٪ هى (24 قيراط). ويبين الجدول التالى نتائج التحليل بالنسبة لفلزات الذهب والفضة والنحاس فى مجموعة من الشرائح بالأرقام من (1) حتى (13) إلى أن نصل إلى الذهب الصافى (24 قيراطًا) فى الشريحة رقم (13) بالجدول فيما يلى:



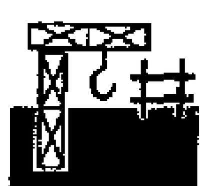


رقم الشريحة	نسب بالقيراط			رقم الشريحة	نسب بالقيراط		
	ذهب	فضة	نحاس		ذهب	فضة	نحاس
1	12	6	6	8	19	2.5	2.5
2	13	5.5	5.5	9	20	2	2
3	14	5	5	10	21	1.5	1.5
4	15	4.5	4.5	11	22	1	1
5	16	4	4	12	23	0.5	0.5
6	17	3.5	3.5	13	24	-	-
7	18	3	3	-	ذهب صافى	-	-

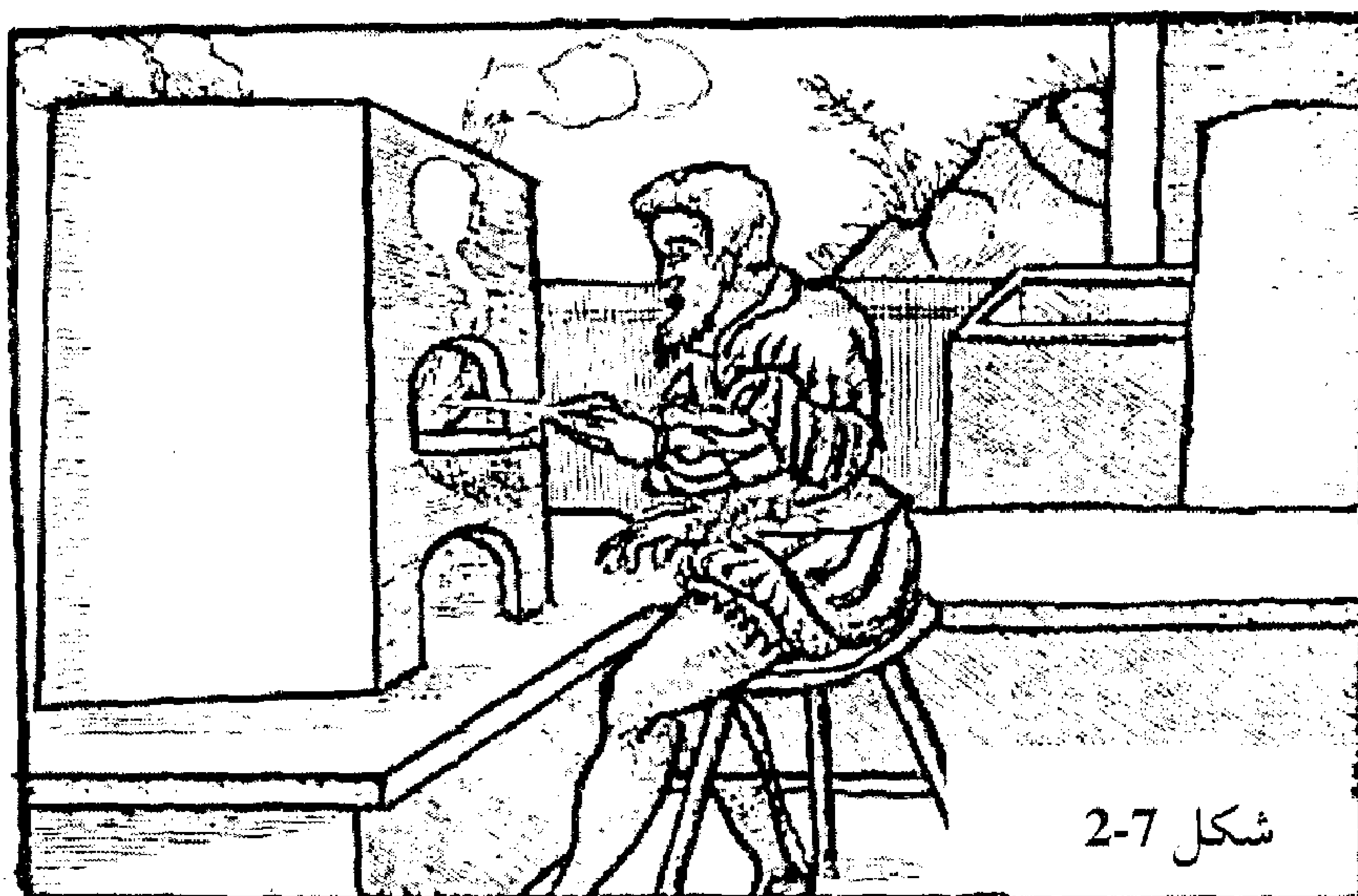
ومثـل هذه التحـاليل تجرى بعـد كل خطوة من خطوات التنقيـة إلى أن نصل إلى الذهب الصافى (24 قيراط).

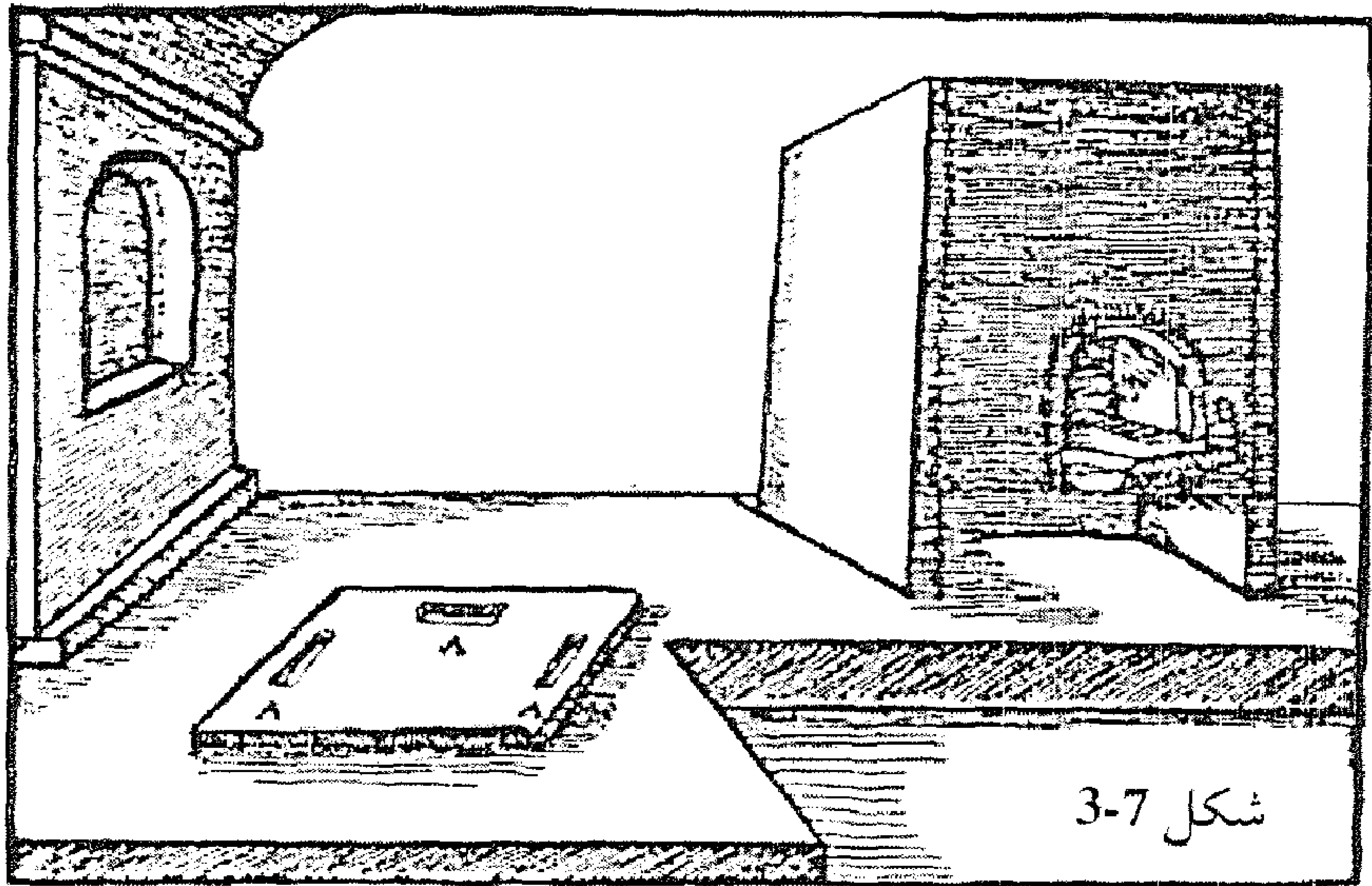
وتجرى أيضًـا هذه التحاليـل بالقيراط بالنسـبة للشرائط التـى تسك منها العملات الفلزية (ويقال عنها المعدنية) لمعرفـة محتواها بالقيراط أيضا. ولمعرفة الأوزان تستخدم وحـدات وزن (سنج) دقيقة للغاية، تبين بعـضًا منها اللوحة (شكل 7 - 9) وهى منسوبة إلـى وحدة القيـراط. وعادة تجرى عـملية الوزن على مرتين كمـا باللوحة (شكل 7 - 10)، وبها الميزان (A) للوزنة الأولى، والميزان (B) للوزنة الثانية. أما الوزنة الثالثة النهائيـة الأكثر دقة فتتم فى ميزان دقيق داخل كابينة مقفلة للتغلب على أية تأثيرات لتيارات هوائية قد تؤثر على درجة دقة الميزان، وهو بالرمز (C) فى نفس اللوحة.



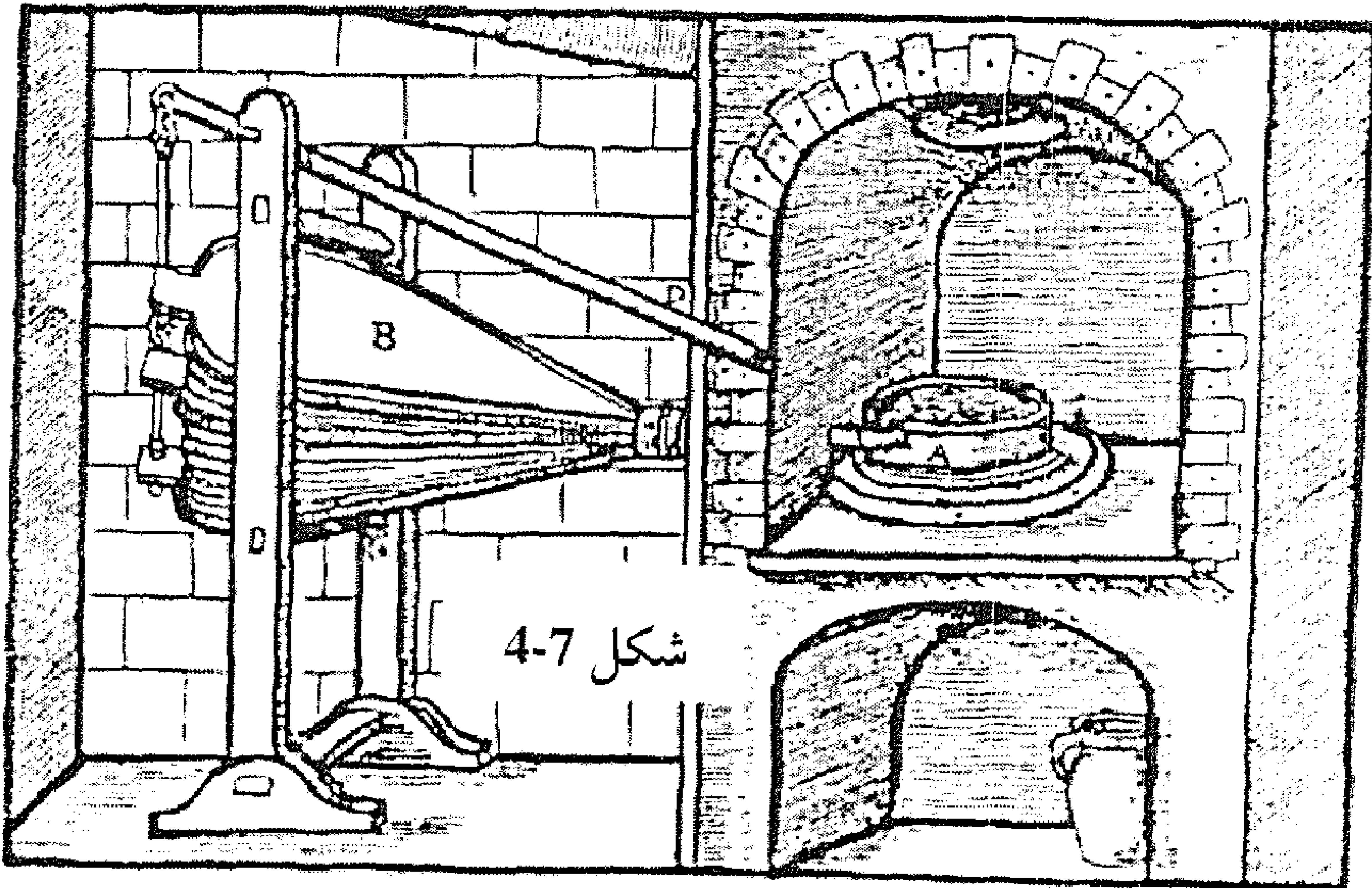



شكل 7-1


شكل 7-2



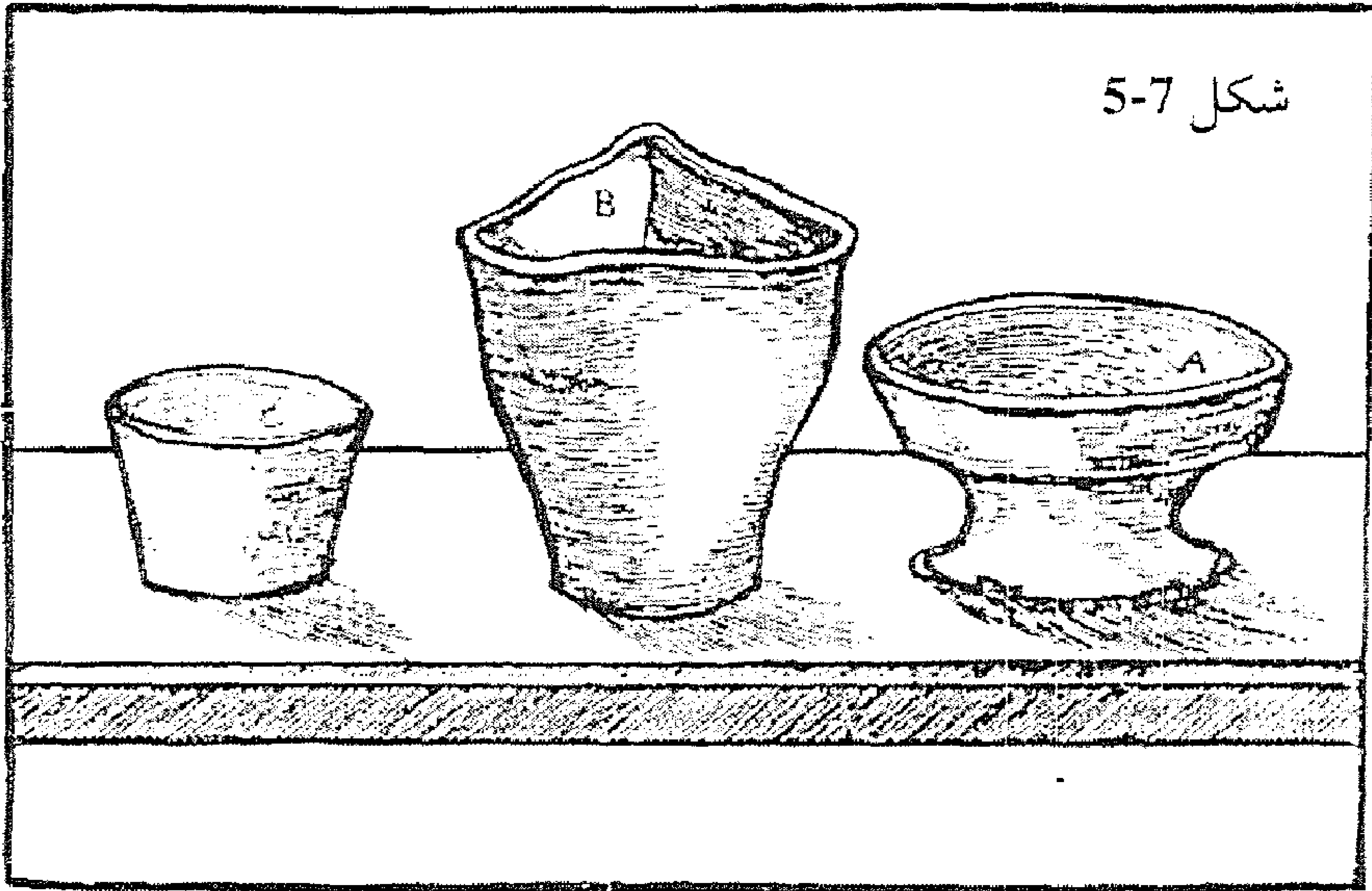
شكل 7-3

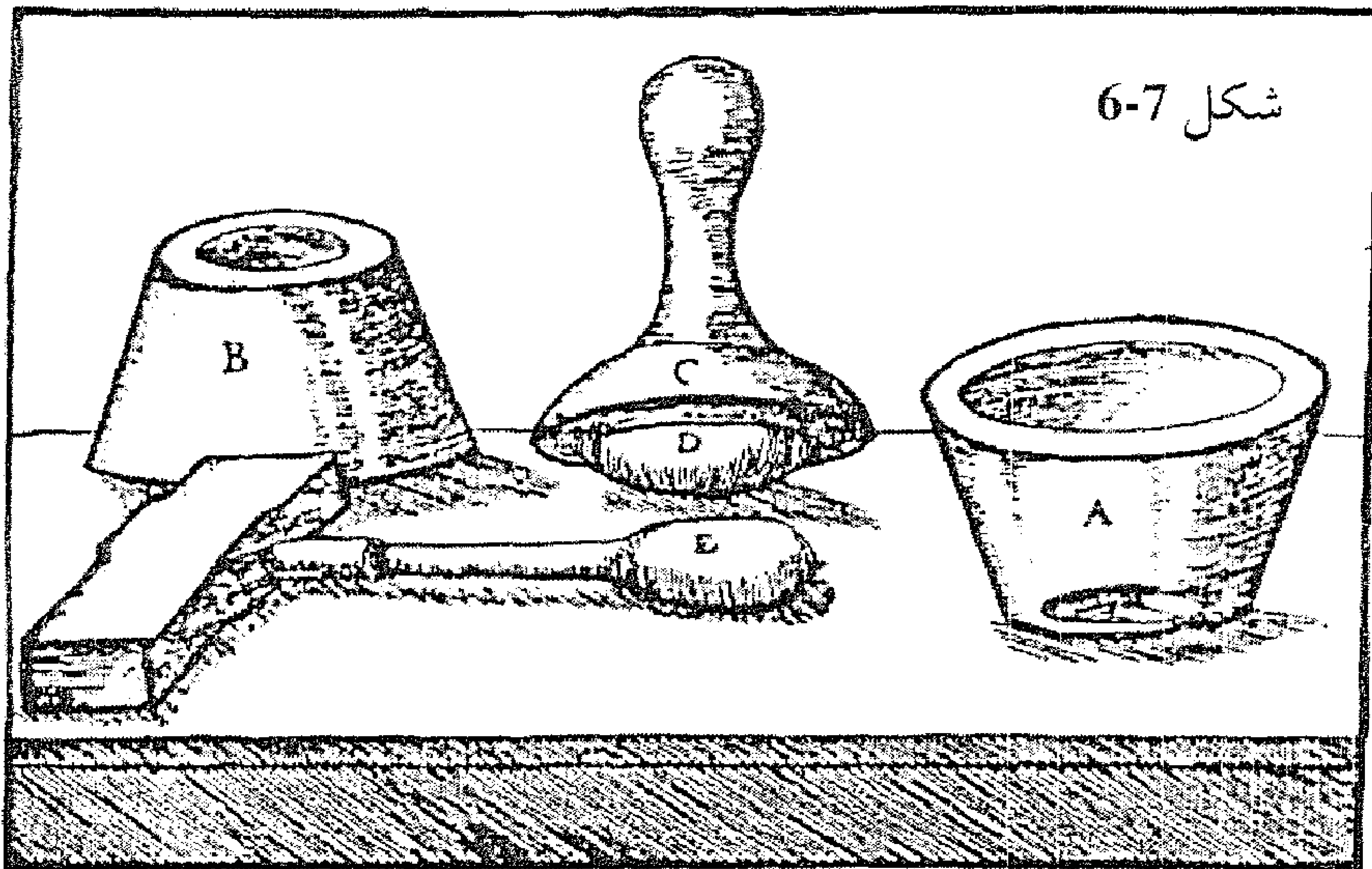


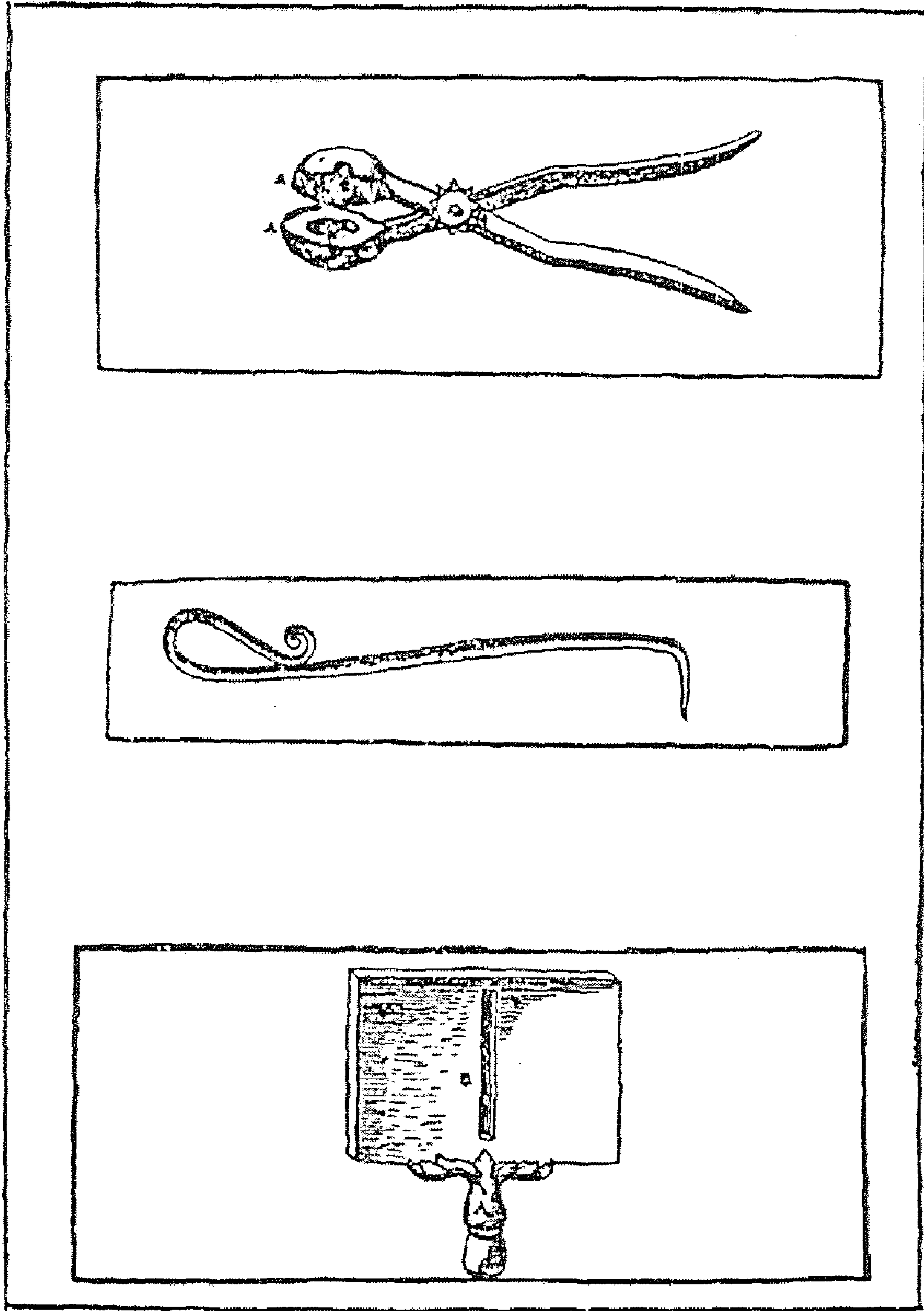
شكل 7-4



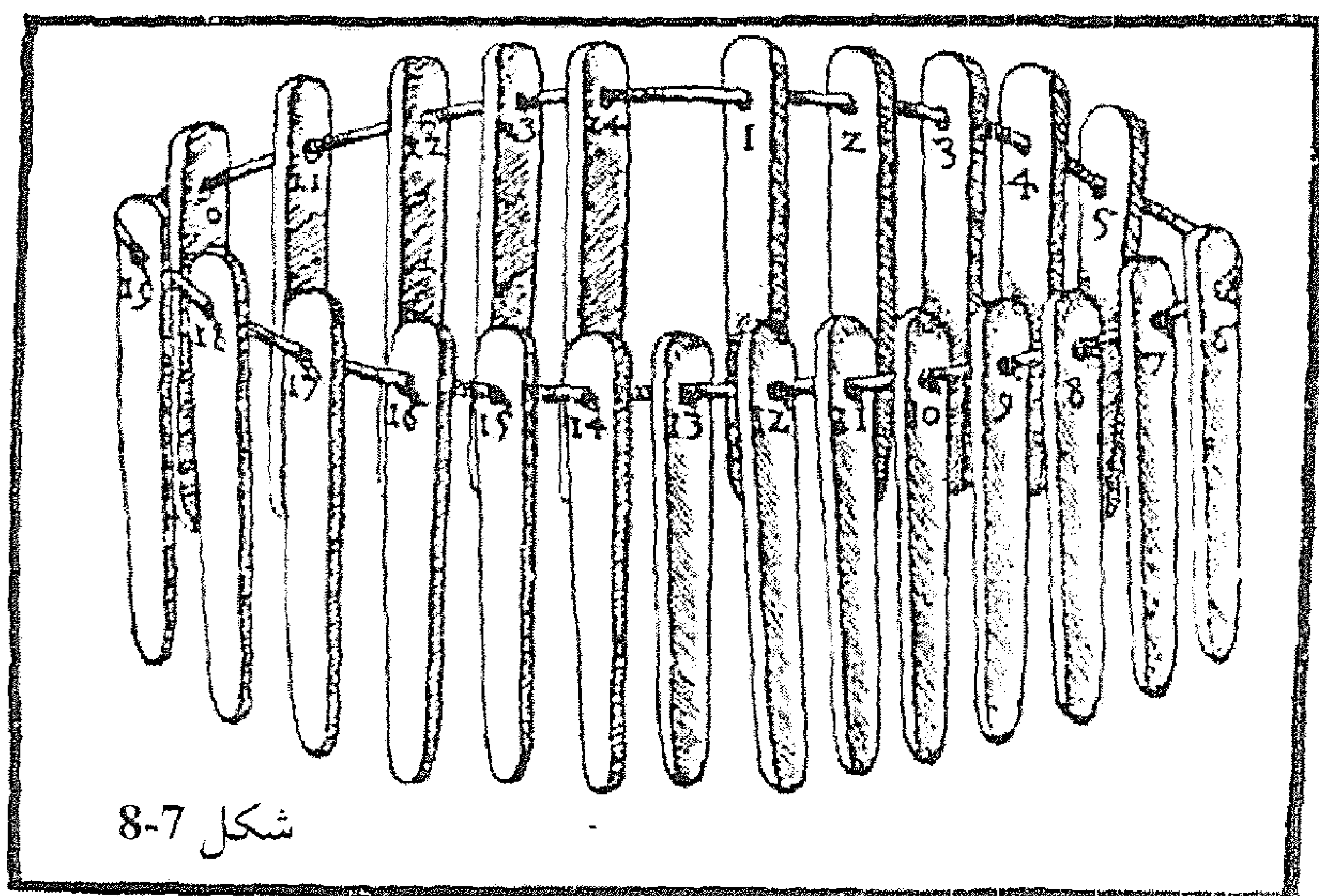



شكل 7-5
B
A

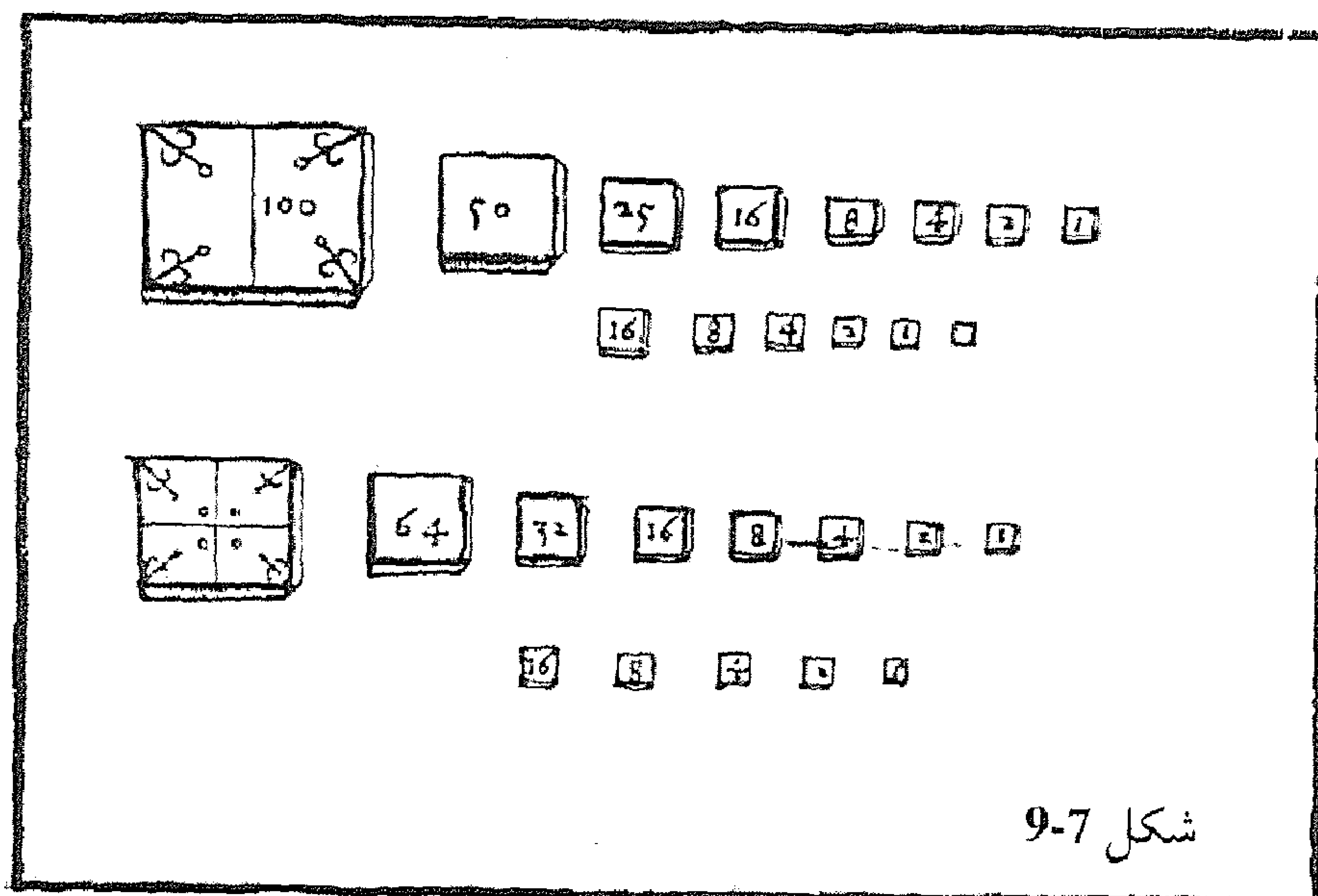

شكل 7-6
B
C
D
A
E



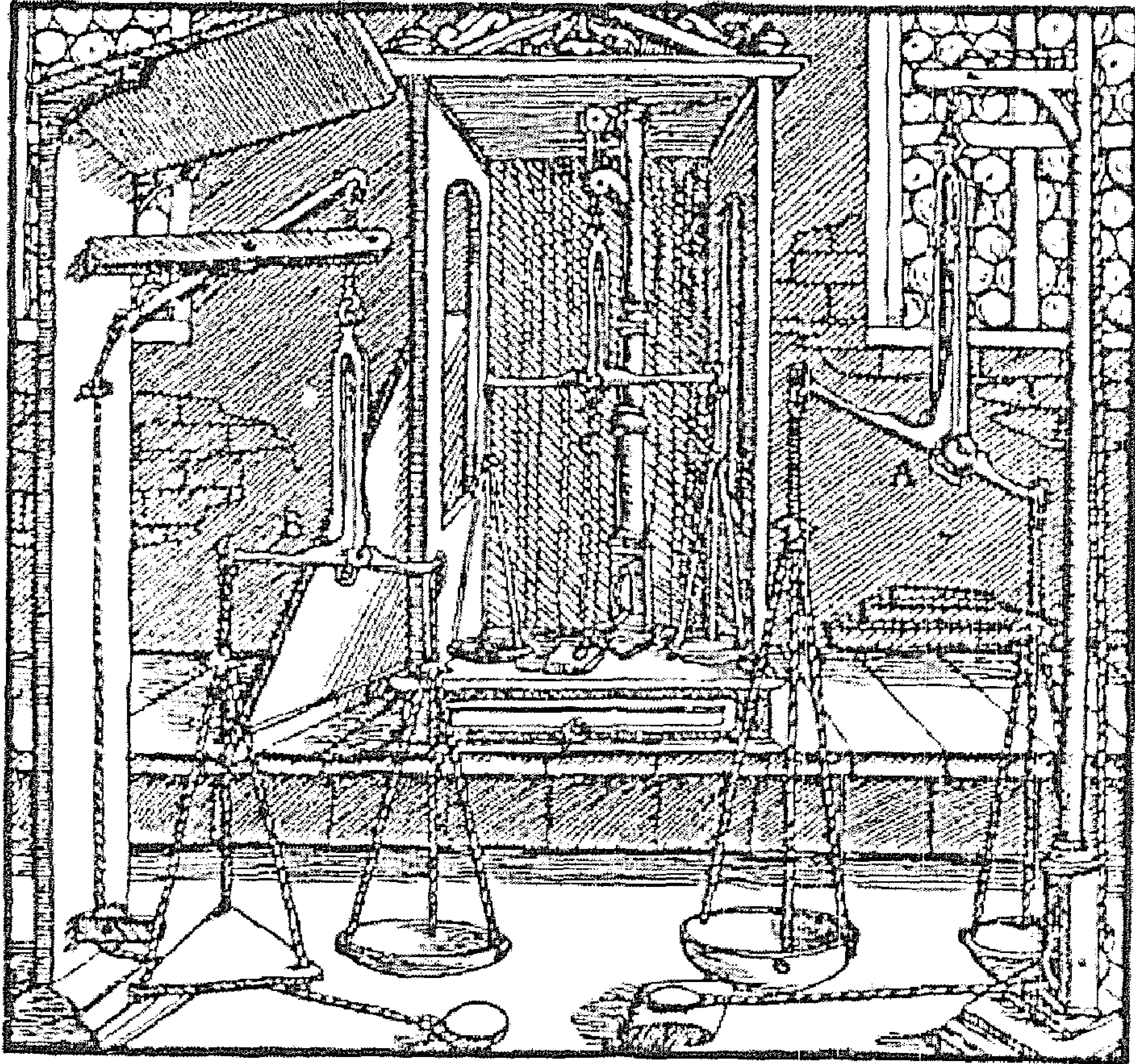
شكل 7-7



شكل 7-8



شكل 7-9



شكل 10-7

الكتاب الثامن

بعد أن تحدثت (أجريكولا) فى الكتاب السابق عن أخذ العينات وتحليلها لمعرفة درجة جـودة الخامات والفلزات سواء الثمينة منهـا (الذهب والفضة) أو تلك غير الثمينة، أتحدث في هذا الكتاب الثامن عن تجهيز الخامات.

يبدأ تجهـيز الخامات بداية من أعـمال استخراج الخـام فى المغارات تحت سطح الأرض، حيث يقـوم المُعَدِّنُون ذوو الخـبرة بفصل الشـوائب عن الخام، وهى عادة ما تكون من الصخور أو التربة المحيطة بعروق الخام أو طبقاته. وقد يتم الفصل فى تجـاويف على سطح الأرض فى حالة الاسـتخراج من المناجم المكشـوفة أو المحـاجر. وفى هذا المجـال تجـرى إزاحة وتجنيب الشـوائب إلى مناطق استنفاد الخام بقدر الإمكان، أو قد ترفع إلى السطح.

وتعتبر عملية الفـصل (أو الفرز) هذه من العمليات المفيدة، إذ لا يكون المُعَدِّنُون مـضطرين إلى بذل مجهود لا داعى له فى رفع الشـوائب ونقلها إلى السطح من ناحية، كما أنهم يحافظون على درجة جودة عالية للخام منذ بداية استخراجه من ناحية أخرى.

ويضع الشباب من العاملين الخام مرتفع الدرجة فى أوعـية خاصة شبيهة بالمعاجن. وتبـين اللوحة (شكل 8 - 1) مائدة تصنيف وفرز الخـامات حسب درجة جودتها (A) والفواصل بين نوعـيات الخام (B) وأوعية حـفظ الخامات (C)، ويلاحظ في اللوحة بنفس الشـكل أن عملية التصنيف والفـرز هذه قد تقوم بها بعض العاملات من النساء.

ويلى الفـرز أو التـصنيف، سواء تم إجـراؤه فى المغـارات تحت سطح الأرض أو على السطح، عـملية التكسيـر الذى يتم بواسطة مطارق ذات أذرع بطول متر أو متـر ونصف المتر. وتبين لوحة (شكل 8 - 2) التكسير بالمطارق (B) لتكسيـر خام (A) الموضوعـة قطع منه على صخور صلبة تتـحمل شـدة

ضربـات المطـارق (D) وكذلك تبدو سكينة أو سـلاح القطـع (E) كمـا تبين اللوحـة (شكل 8 - 3) مائدة للفرز والتكسير بالمطارق وأوعية حفظ الخام (E) و(F) وهى من الخشب مع التصنيف حسب الحجـوم الناتجة عن التكسير، كما أنها مقـواة بشرائـط حديديـة (G). أما لوحة (شكل 8 - 4) فتوضح طريقة لحـماية العـاملين أثناء التـكسيـر بالمطارق لقطع من الخـام (A) وذلك بارتداء أحذية (B) مقواة وقفازات خـاصة للحماية (C). أما اللوحة (شكل 8 - 5) ففيها يقوم العمال بتكسير قطع الخام (B) ثم تسويتها فى الأكوام المسطحة (A) والطرق عليهـا بمطارق مسطحـة أيضا (D) ذات أيدى طويلة (E)، وفى نفس اللوحة يبدو مجرى مائى قصير (G) يمكن تحريك المياه فيه بأداة (H).

وبعد الفرز والتكسير والتسطيح يـأتى دور عملية التسخين، ويلزم لذلك مساحة كافية، عادة ما تكون مسـتطيلة الشكل. وتبدأ عملية التسخين بترتيب القطع الخشبية تعامديا بالتبادل (E) كما فى اللوحة التالية (شكل 8 - 6) حيث الخام (C) وموقع الحريق (A)، ويبلغ ارتفاع الحطب المستـخدم فى الحريق أو التسخـين من نصف المتر إلى المتر، حيث توضع القطـع الكبيـرة أولاً، يليها، وعليها مـباشرة، القطع المتوسطـة ثم الصغيرة. وفى حالـة تواجد تراب الخام يجرى ترطيبه بالمياه حتى لا يتطاير فى الهواء، وقد يضاف البيريت بعد ترطيبه بالمياه. وقـد تجرى هذه العمليـة مرة واحدة أو أكـثر. وعادة مـا يكون موقع الحرق أو التـسخـين على شكل مربع مـفتـوح من أحد أضـلاعه من ناحـية واحدة، أو قد يكون على شكل أشبه بالمستطيل كما يتضح من اللوحة (شكل 8 - 7) وبها مواقع التـسخين والحرق (A) و(B) وكذلك فرن للحرق (C)، شبيه بفرن إعداد الخبز وبـه فتحـات (D) لخروج الدخان المتصاعد من الفرن. كمـا قد تستخـدم ألواح حديدية مثـقوبة (A) باللوحـة (شكل 8 - 8) حيث توضـع الألواح بين ثـلاث حوائط (B) يصب عليهـا الخام (C) ويبدو الفحم فى اللوحة بنفـس الشكل بالرمز (D) والبواتق (E) وفى وسط يميـن اللوحة

الفرن (F) المنقسم إلى قسمين بواسطة الحائط (G). وهناك أسفل يمين اللوحة نوع آخر من الأفران للتسخين والحرق حوله بواتق الخام (L) وأغطيتها (M) ومصفاة (N). والهدف من هذه الألواح الحديدية المثقوبة هو منع سقوط الأجزاء الصغيرة فى حالة احتواء الخام على معدن البيريت وغيره من المعادن. ويعتمد زمن التسخين أو الحرق على نوعية ودرجة جودة الخام المراد معالجته وتجهيزه.

وقد يتم التكسير آليا باستخدام ماكينة تكسير الخامات وبها مجموعة من أربع مطارق (D) باللوحة (شكل 8 - 9) حيث نهايات المطارق (E) هى التى تقوم بالتكسير، وهى تتحرك آليا بفضل قوة اندفاع المياه إلى الحلقة المائية التى تدور حول المحور (F). كما أن هناك ماكينات تكسير مزدوجة تعمل من ناحيتين بنفس الحلقة المائية، كما باللوحة (شكل 8 - 10).

أما العملية التالية فهى عملية الكربلة (الغربلة) وتستخدم فيها الكرابيل لفصل وفرز قطع الخامات المكسرة تبعا لأحجامها من خلال فتحات الكرابيل، وهى عادة من الحديد كما فى اللوحة (شكل 8 - 11) حيث (A) كربال على الأرض و(B) منخل الكربال الحديدى، كما تظهر كرابيل (C) و(E) و(F) فى أوضاع متعددة، وتبدو فى خلفية اللوحة ماكينة التكسير الدقاقة التى تعمل بقوة اندفاع المياه بواسطة حلقة مائية. وتوضح اللوحة (شكل 8 - 12) نوعيات أخرى من الكرابيل وأدوات مستخدمة فى الجرف (F) بالاستعانة بالحبال لتحريك الكرابيل (C) و(K) وتبدو فى اللوحة مجموعة من العاملين من بينهم إحدى العاملات أسفل يمين اللوحة حاملة بعض المستلزمات غير الثقيلة.

وتبين اللوحة التالية (شكل 8 - 13) وحدة لتجهيز الخامات فى نيسولى بسلوفاكيا حيث تبدأ عملية التجهيز من على سفح جبل أو تل مرتفع

للاستفادة من الجاذبية الأرضية فى نزول الخامـات وتحركها بصورة شبه تلقائية إلى الأسفل. وبسقوط الخـامات من المستوى (A) خلال مجارى طويلة (B) و(I) و(L) وأخرى قصـيرة (C) و(K) و(M) إلى الكرابيل (O) و(R) و(X). وبوحدة التجـهيز باللوحة مسـتويات أفقية لـلفرز والتصنيف (N) و(Q) و(T) إلى أوعية الـغسيل (S) و(P) و(X) وفوقه الكربال الموضح به فـتحة الصرف (Y).

أما لوحة (شكل 8 – 14) فبها مـجموعة من الكرابيل (A) ذات أيادى للحمل (B) وتقوم إحدى العاملات (H) بالكربلة فى الوعاء (C)، كما يقوم العامل (K) بالتقليب بمساعدة من الحـدث الصغير (I) الذى يقوم بحمل المواد الجارى معالجتها، وقد يكون الجميع من أسرة واحدة كلها من المُعَدِّنين.

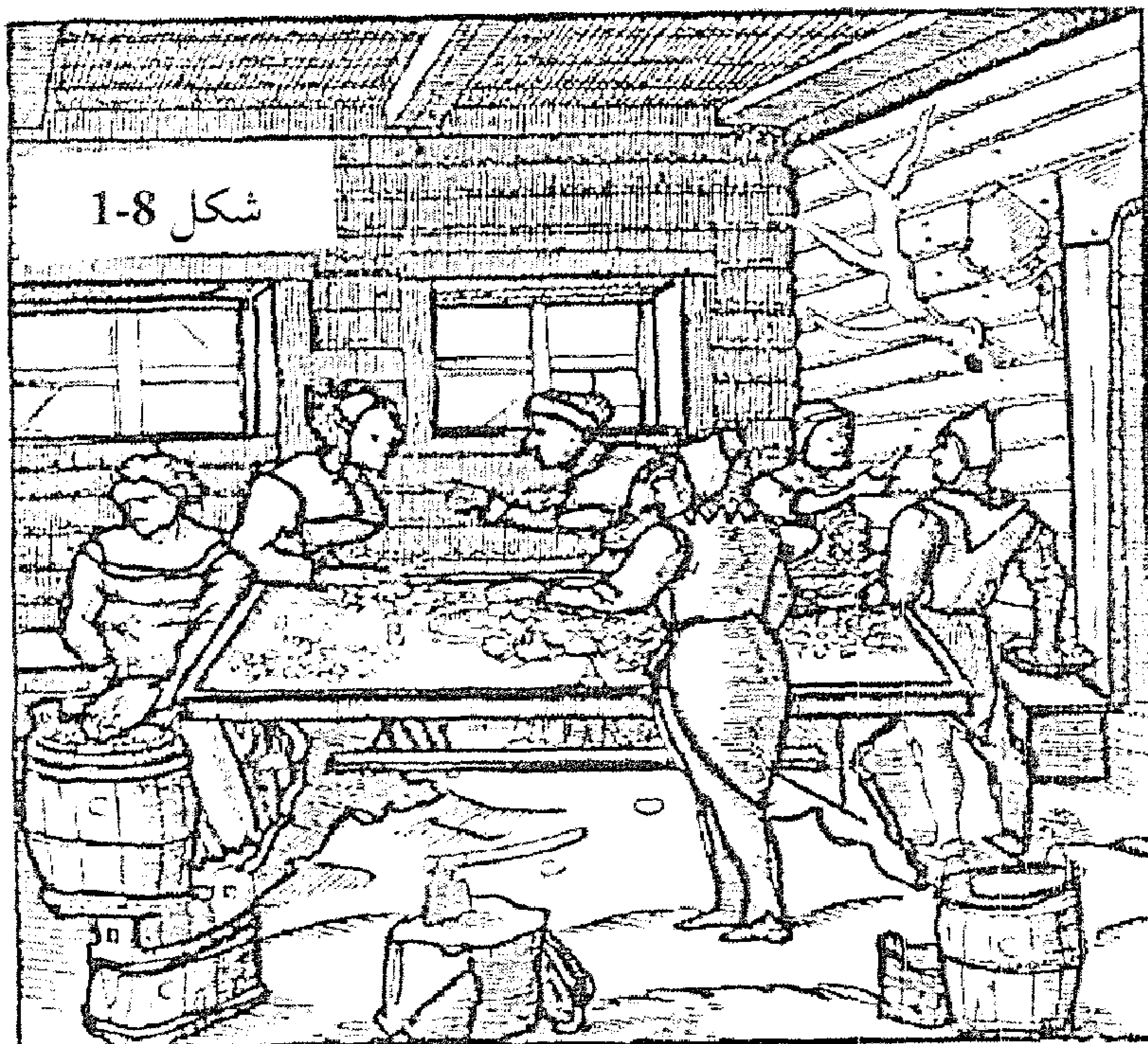
وتجرى عمليات الغسـيل والخلط على خطوات كما فى اللوحة (شكل 8 – 15) حيث تسـتخـدم العجلة المائية كـما سبـق وهى بالرمز (A) التى تدور حول المحور(B) لتشغيل وحدة الطحن (K) وكذلك تبدو فى اللوحة مجموعة الخلط ذات الحلقات المسننة (X) التى تدير المحاور الرأسـية (Q) حيث تجرى عملية الخلط فى أوعية خاصة (O) ثم يوجه الخليط إلى مجارٍ مائلة (Y) ذات الحواجز (Z)، وتظهر تفصيلات معدات الطحن (D) و(G) ذات الفتحات (E) وكذلك مـعدات الخلط المركبة فى نهـايات المحاور (Q) التى تتحرك دائريًا فى الأوعية (O) بتفصيلاتها (P) و(R) و(S) كما تظهر فى نفس اللوحة تفصيلات الحواجـز الدوارة (Z) وهى بالرمز (BB) بينما توضـح لوحة (شكل 8 – 16) طريقة يدوية للخلط والغسيل، ومثلها اللوحة (شكل 8 – 17).

ويمكن الاستفادة من مـياه النهيرات المتدفقة فى أعمـال غسيل الخامات كما فى اللوحة (شكل 8 – 18) وفيها مجـرى المياه أو النهير (A) حيث يقوم أحد العمـال بدفع الخامات المراد معالجتـها بجاروف (D) إلى المياه إلى البوابة

(B) حيث يجـرى تحويل المياه المختلطة بالخـام (الخليط) إلى المجرى (G) التى يحـولها العـامل الثانى أسـفل اللوحة إلى مكان المعـالجة. وقـد تتـم عمليـتا الكربلة والغسيل معًـا فى نفس الوقت كما بلوحة (شكل 8 - 19) وفيها يبدأ الخليط بالـنزول من المجـرى (H) إلى فـوهـة الكربال (A) مع الدفع بواسطة العامل إلى اليـسار إلى الكربال (B) وبه الشـقوب (C) إلى الجزء السـفلى (G) المحمول علـى القواعد (E)، وفى اللوحة تبـدو أيضا مجمـوعة من الأدوات المستخدمة. وقد يتم الغسيل بدايةً من مجرى واحد كما فى لوحة (شكل 8 - 20) ثم إلى الأوعية (B) على التوازى من خـلال فتـحاتها (C) إلى مجريين (D) مع الخلط والتـقليب. وفى اللوحة التـالية (شكل 8 - 21) تبـدو فتـحة المنجم وخروج الخامات منها للمعالجة والغسيل خلال المجارى المائية.

أما أفـران الحرق والتسـخين فهى من نوعـين: المغلق والمفتوح كـما فى اللوحتـين (شكل 8 - 22) و(شكل 8 - 23) حـيث يقوم العـمـال بإضافـة الحطب اللازم للحرق. كما تبين لوحة (شكل 8 - 24) أفران أو مواقع الحرق والتسخين ذات الجدران المرتفعة.

❊ ❊ ❊



شكل 8-1



شكل 8-2



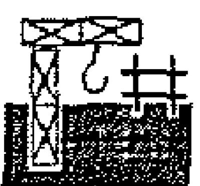




شكل 8-3



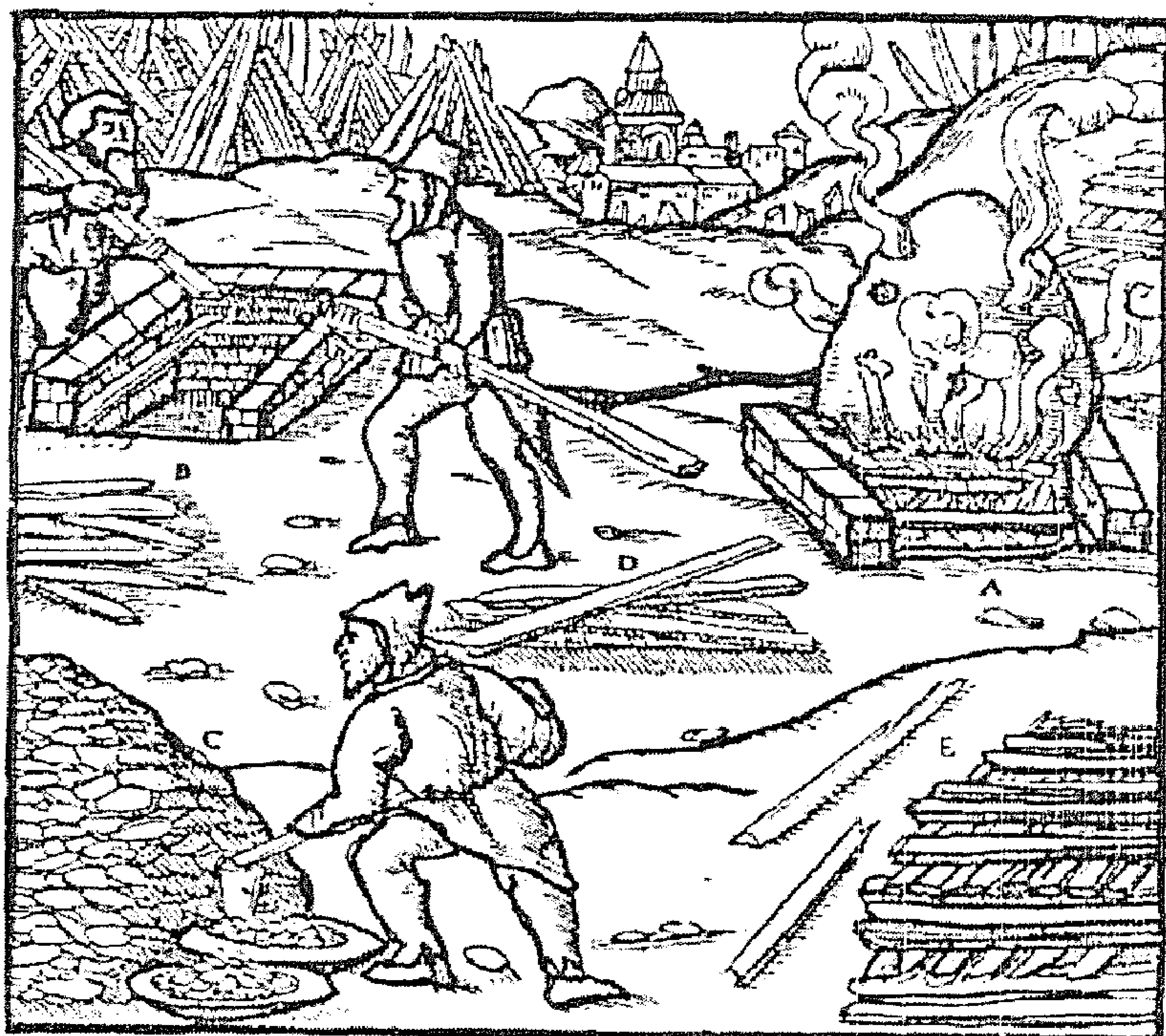
شكل 8-4







شكل 8-5

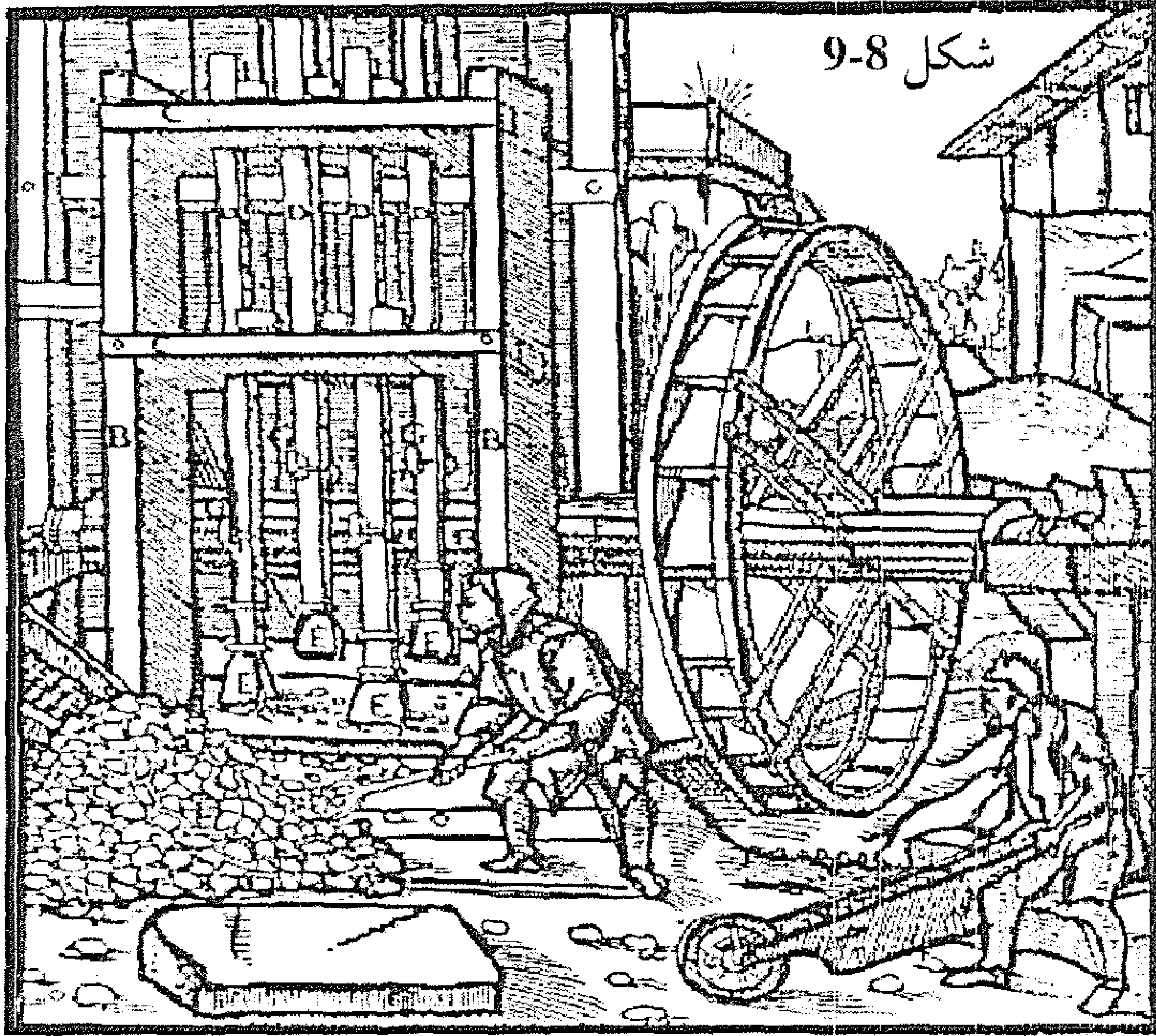


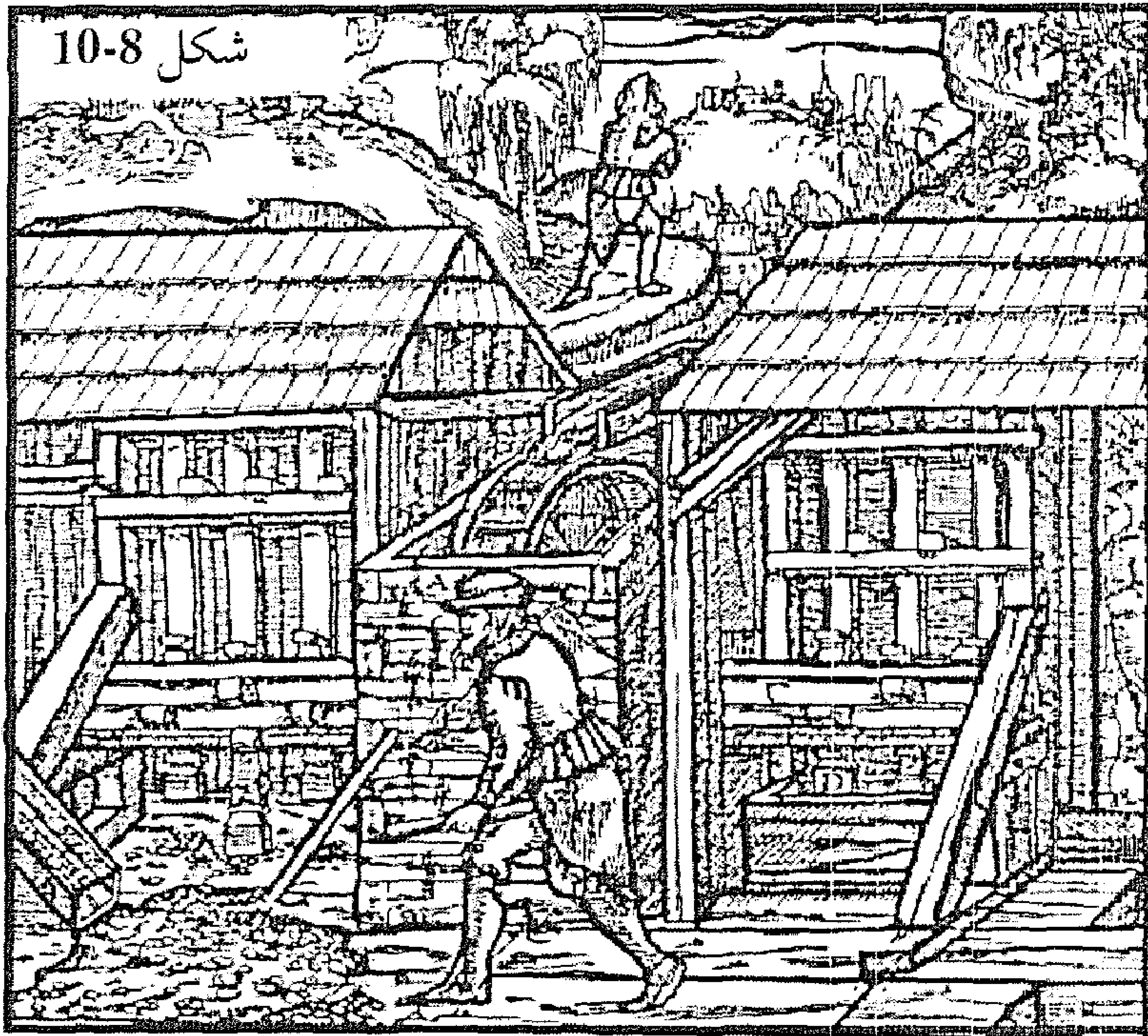
شكل 8-6



شكل 7-8

شكل 8-8


شكل 8-9


شكل 8-10



شكل 8-11



شكل 8-12



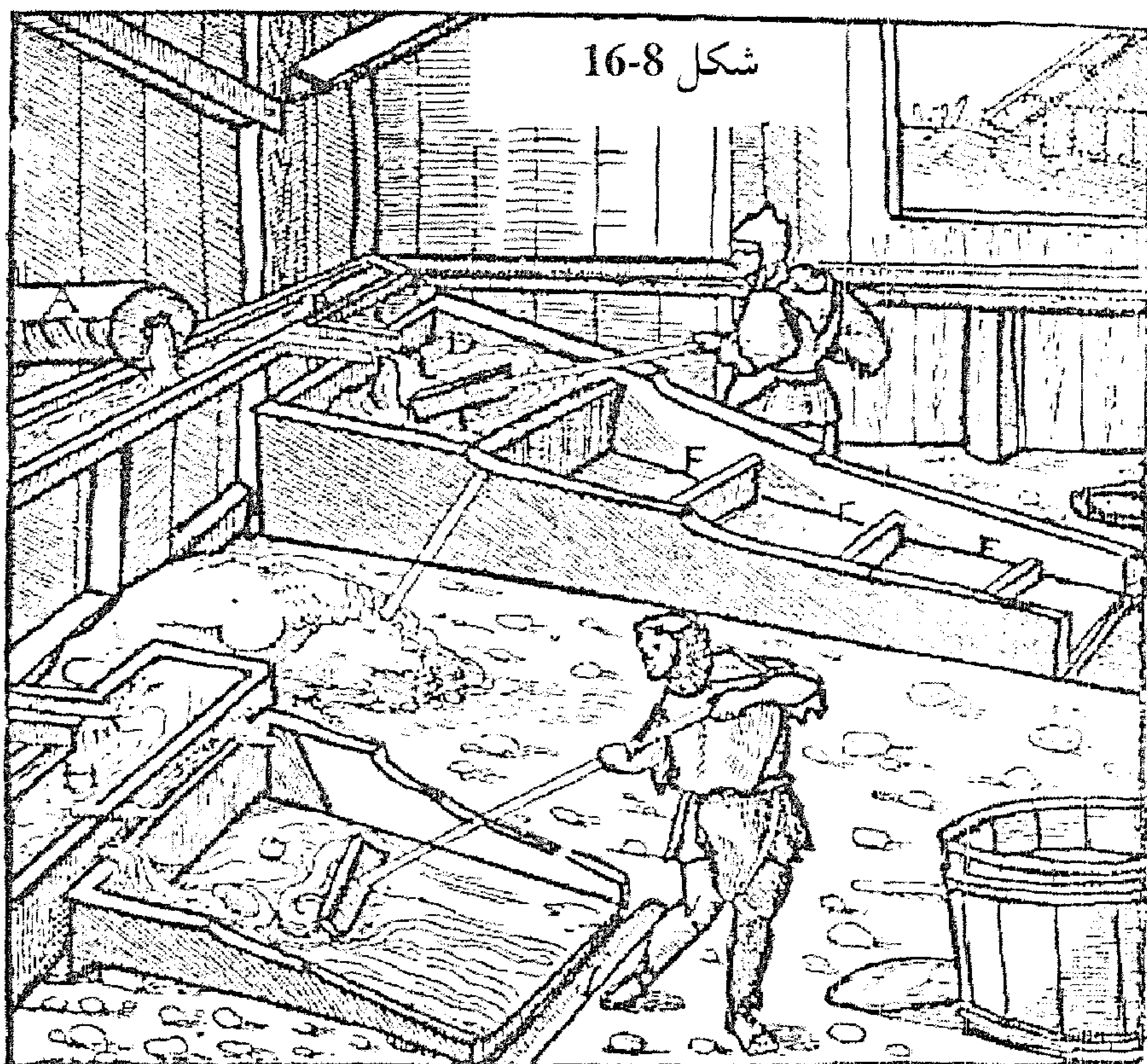


شكل 8-13



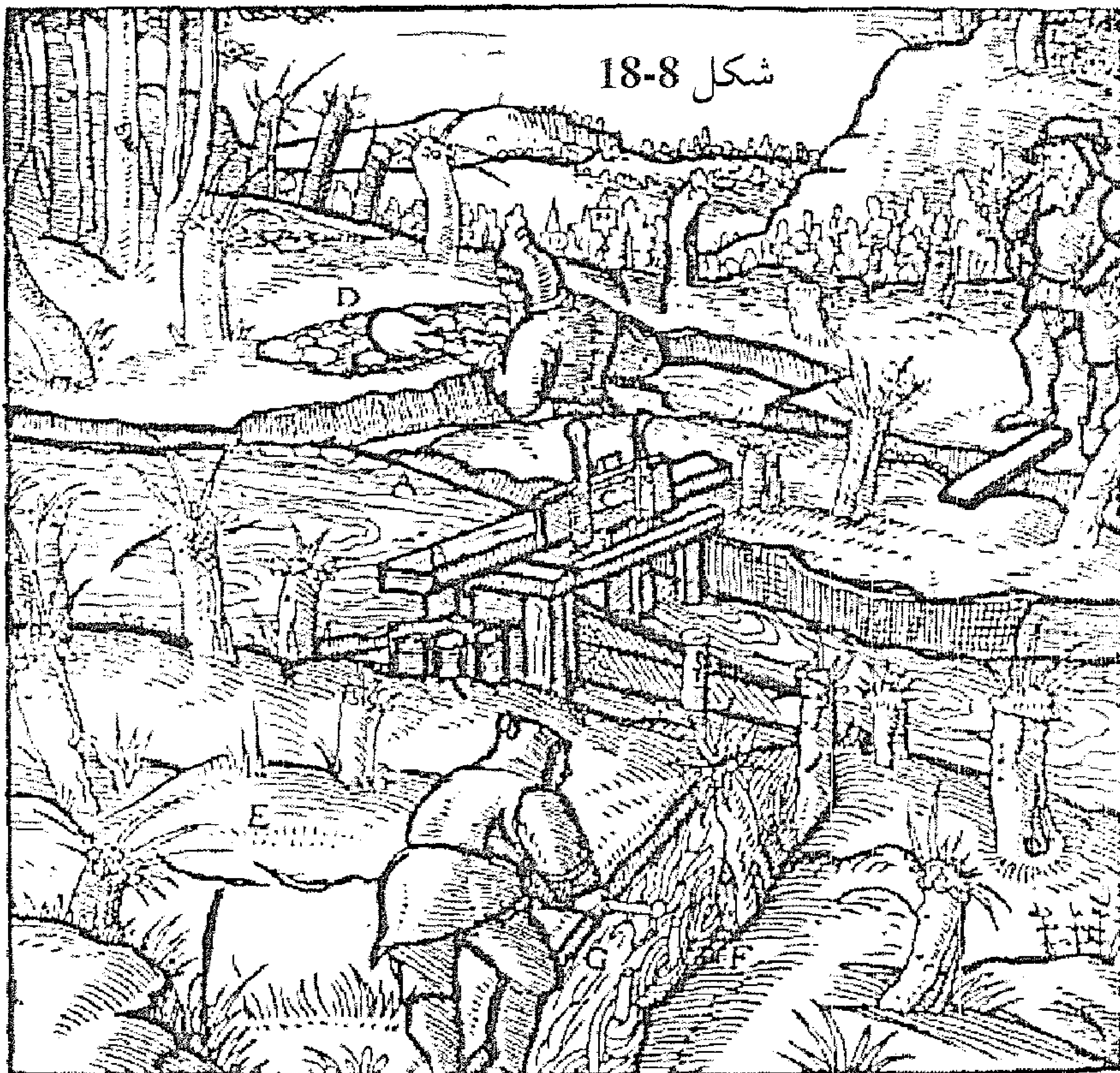
شكل 8-14

شكل 15-8

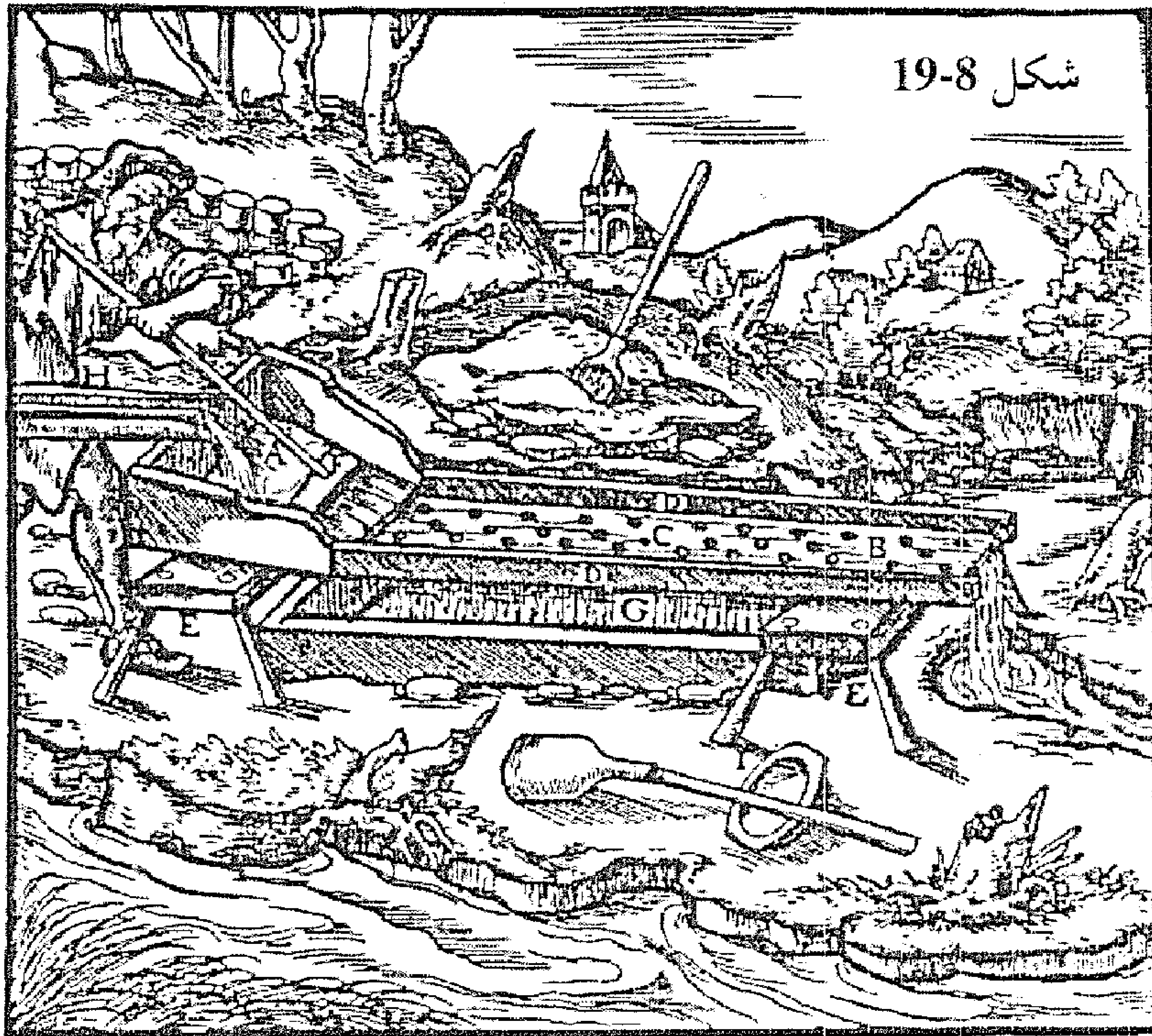


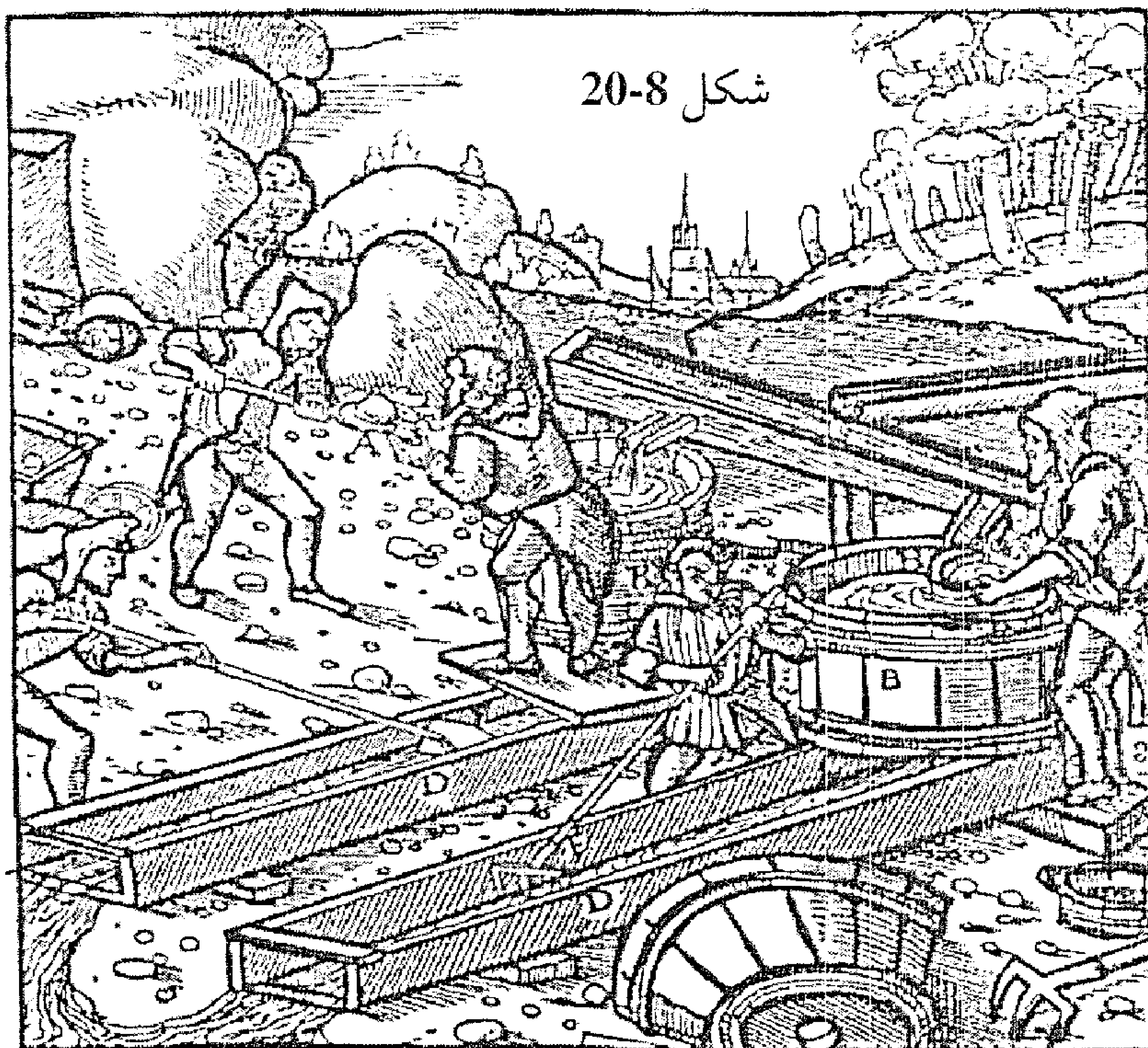
شكل 16-8

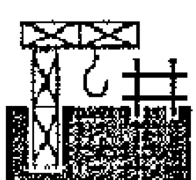
شكل 17-8



شكل 18-8

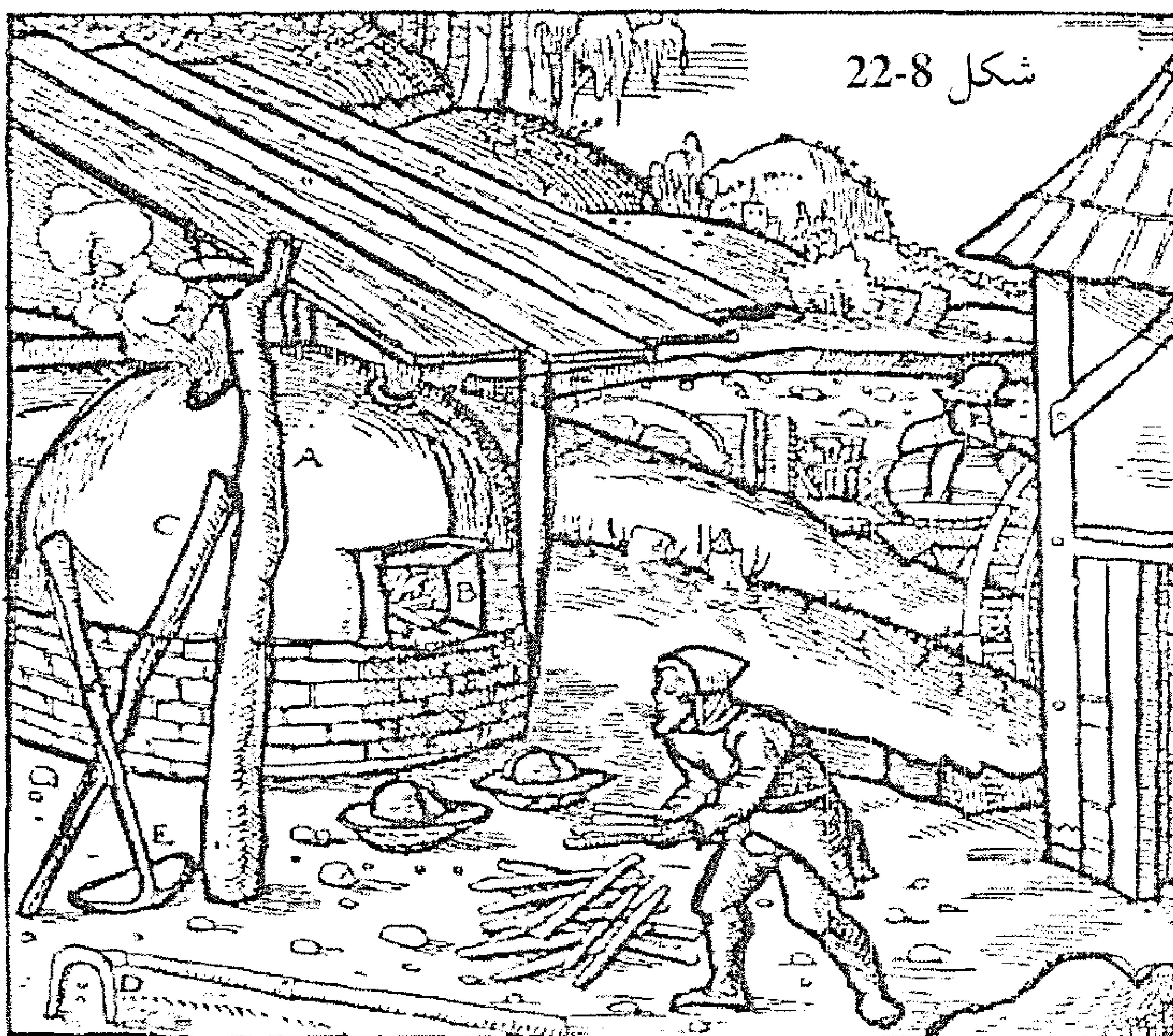

شكل 8-19
A
B
C
D
E
G


شكل 8-20
A
B
D

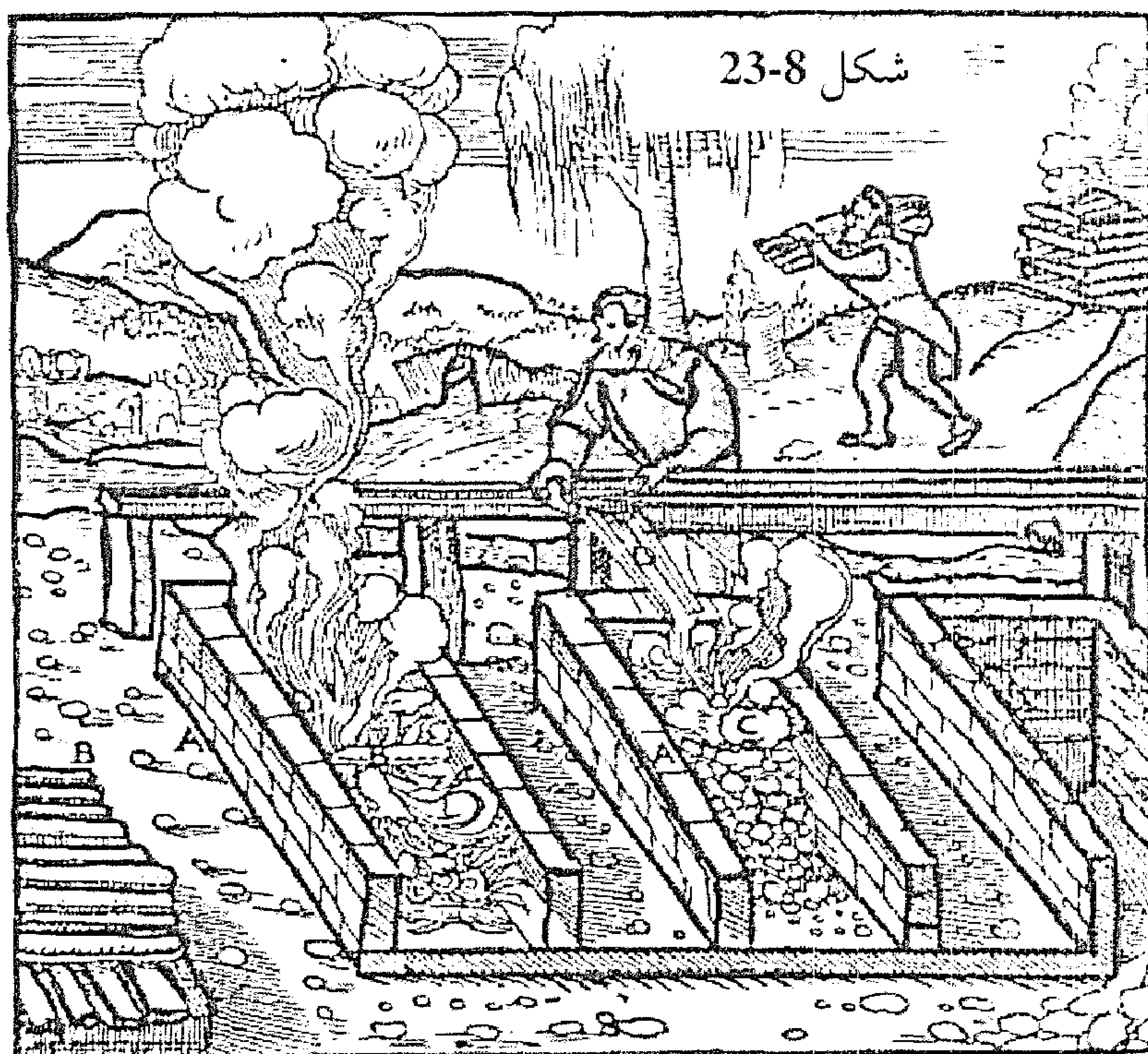




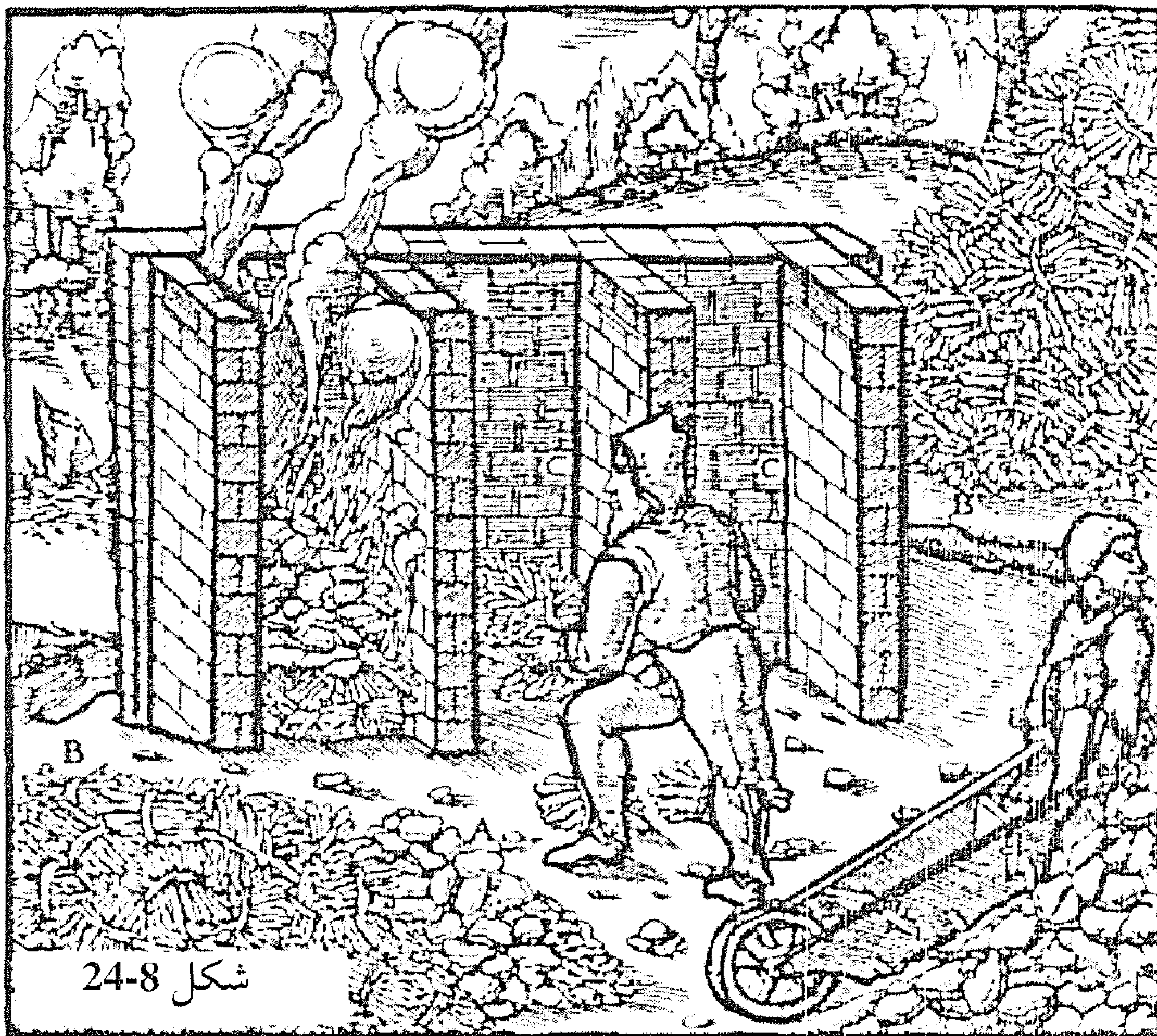
شكل 8-21



شكل 8-22



شكل 8-23



شكل 8-24

الكتاب التاسع

أتناول (أجريكولا) فى هذا الكتاب معدات وبعض طرق صهر الخامات واستخلاص الفلزات منها. وكذلك فصل الفلزات الثمينة عن تلك غير الثمينة. وكثيراً ما يتواجد فلزان أو أكثر فى نفس الخام، كتواجد قليل من الذهب مع الفضة والنحاس. بل وقد تتواجد فلزات كالنحاس والرصاص والحديد مع الذهب، وكذلك بعض الرصاص مع الفضة. كما قد يتواجد الحديد مع النحاس.

وفى حالة الذهب والفضة يمكن فصل الذهب عن الفضة أو العكس باستخدام أحماض ومساحيق حمضية وهى أساسًا من مزيج من مواد ألومية (شبّية) وحمض الكبريتيك متحدًا مع النتر ويمكن بواسطته فصل الذهب، إلا أن كلاً منها بمفرده ليس له هذه الخاصية. ويضاف مسحوق النتر لعمل هذا المزيج المطلوب للفصل عادة فى بواتق خزفية قد تكون مبطنة بالرصاص.

كما وقد يكون هناك أكثر من طريقة لفصل الفلز المطلوب واستخلاصه من الخام يختار المُعَدِّنُون أقلها من ناحية التكلفة. ويتم الفصل باستخدام الحرق والصهر سواء فى الأفران أو البواتق أو فى قنوات مجهزة لهذا الغرض. وسوف أتحدث (أجريكولا) عن بعض تفصيلات ومكونات الأفران وأوضحها بلوحات مناسبة.

عادة ما تكون حوائط الأفران بسمك حوالى نصف المتر وبارتفاع حوالى 4.5 م مع أطوال تتناسب مع عملية الصهر المطلوبة. كما أن عدد الأفران المستخدمة يتناسب أيضا مع عملية الصهر، إلا أنه لا يزيد عن ستة أفران فى أغلب الأحيان. ويفضل أن تكون الحوائط من الأحجار الطبيعية بالمنطقة. وعادة لا يزيد عرض الفرن عن المترين.

وتزود الأفران بمداخن تسمح بتصاعد الأدخنة الناتجة أثناء التشغيل كما فى اللوحة (شكل 9 – 1). وللفرن فتحات وأبواب مناسبة للتشغيل كما فى لوحة (شكل 9 – 2) وبها تبدو الفتحات الأمامية للفرن (B) والأبواب (C) ومجموعة الأغطية الحجرية لقنوات صرف المياه، وكذلك مجموعة المداخن (E)، (F)، (G) وأنبوب سحب البخار الناتج (H).

أما اللوحة (شكل 9 – 3) فتبين منفاخين لدفع الهواء بأحد الأفران. وقد يأخذ الفرن شكل المربع.

وتصنع المنافيخ الدافعة لتيار الهواء من جلود الخيول أو من الأفضل من جلود الثيران أو الخنزير. وتبين لوحة (شكل 9 – 4) أجزاء المنافيخ وطريقة تصنيعها بالموقع قبل التركيب. أما عن طريقة تحريك المنفاخ فتوضحها اللوحة (شكل 9 – 5). وقد تستخدم قوة المياه المندفعة لتحريك العجلات المائية، التى بدورها تقوم بتحريك وتشغيل المنافيخ كما بلوحة (شكل 9 – 6).

وبالنسبة للوقود المستخدم فى الأفران فهو عادة ما يكون الفحم النباتى وذلك بالدفع من الفتحات السفلية للفرن المخصصة لذلك كما بلوحة (شكل 9 – 7). وقد يحتاج الأمر إلى الكربلة بمجموعة من الكرابيل كما باللوحة (شكل 9 – 8) وبها يبدو الكربال (A) والجاروف (C) وعربات مزدوجة العجلات (D) والمنخل (E).

وتوضح اللوحة (شكل 9 – 9) ثلاثة أفران (A)، (B)، (C) حيث يصب أحد العمال السبيكة قبالة الفرن (A) فى البوتقة الأمامية (D) بواسطة ملعقة الصب أو الكبشة (E). بينما قبالة الفرن الثانى (B) يقوم أحد العمال بفتح الفتحة السفلية بواسطة قضيب أو ذراع خاص بالفتح (H). بينما أمام الفرن الثالث (C) يقف أحد العمال على سلم أمام الفرن المفتوح لإسقاط الشوائب العالقة. وباللوحة نفسها تبدو بعض الأدوات المستخدمة.

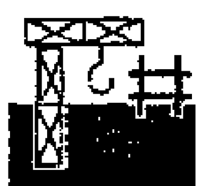
وقد تكون هناك مجموعة أفران بعضها تحت المنسوب السائد لسطح الأرض كما هو الحال بمنطقة كارينثيا بالنمسا، التى تبينها اللوحة (شكل 9 - 10) وفيها الفرن (A) والحائط السفلي (B) وحطب الفرن (C) والخام الذى يستخلص منه فلز الرصاص (D) وبوتقة كبيرة الحجم (E) ومجموعة من البواتق الأصغر حجمًا (F).

كما تبدو فى اللوحة كتل الرصاص المصبوبة (H) والفتحات مستطيلة المقطع فى الحائط الخلفى (I) والفرن الذى يطلق عليه (الساكسونى) وهو بالرمز(K) مع فتحة فى الحائط الخلفى أيضا (L) والبوتقة العليا (N) والسفلى (O). بينما على سطح الأرض فى نفس اللوحة (شكل 9 - 10) تبدو طريقة (وستفاليا) للصهر(P) وأكوام الفحم النباتى (Q) وهشيم محطم (R) والكتل المسطحة (S) وأخيرا ما يطلق عليه الفرن البولندى (V).

أما الأفران المنشأة على السطح بواسطة أعمدة فتبينها اللوحة (شكل 9 - 11) وفيها الفرن (A) والسقف القبوى الشكل (B) والأعمدة (C) وغرفة تجميع الغبار والأتربة (D) والفتحة (E) والمدخنة (F) والشباك أو النافذة (G) والأبواب (H) وأخيراً المجرى (I).

وهناك أفران صغيرة كما بلوحة (شكل 9 - 12) وفيها فرن صغير (A) والمنفاخ (B) والقرص الحديدى (C) وبشبورى (D) وكذلك قرص خشبى (E) وبه فتحة النفخ (F) وذراع الحركة (G) والمشبك (H) والحلقة (I)، بينما تبدو فى اللوحة كتل فلز القصدير المستخلص بواسطة الفرن (A) وهى بالرمز(K).

وقد يحتاج الأمر إلى غسيل قطع الخام بعد تكسيرها كما باللوحة (شكل 9 - 13) وبها الفرن (A) المزوّد بالمنفاخ (B) وماسكات (C) ومطرقة التكسير (D) ومجرى تيار الغسيل (E).





كما تبين لوحة (شكل 9 - 14) وحدة حرق (A) وعليها كومة الحطب (B) مع وحدة حرق غير مشتعلة (C) بالإضافة إلى مجموعة بواتق (E) مجهزة للحرق وتبدو بالجوار مجموعة بواتق علوية (F) وسفلية (G).

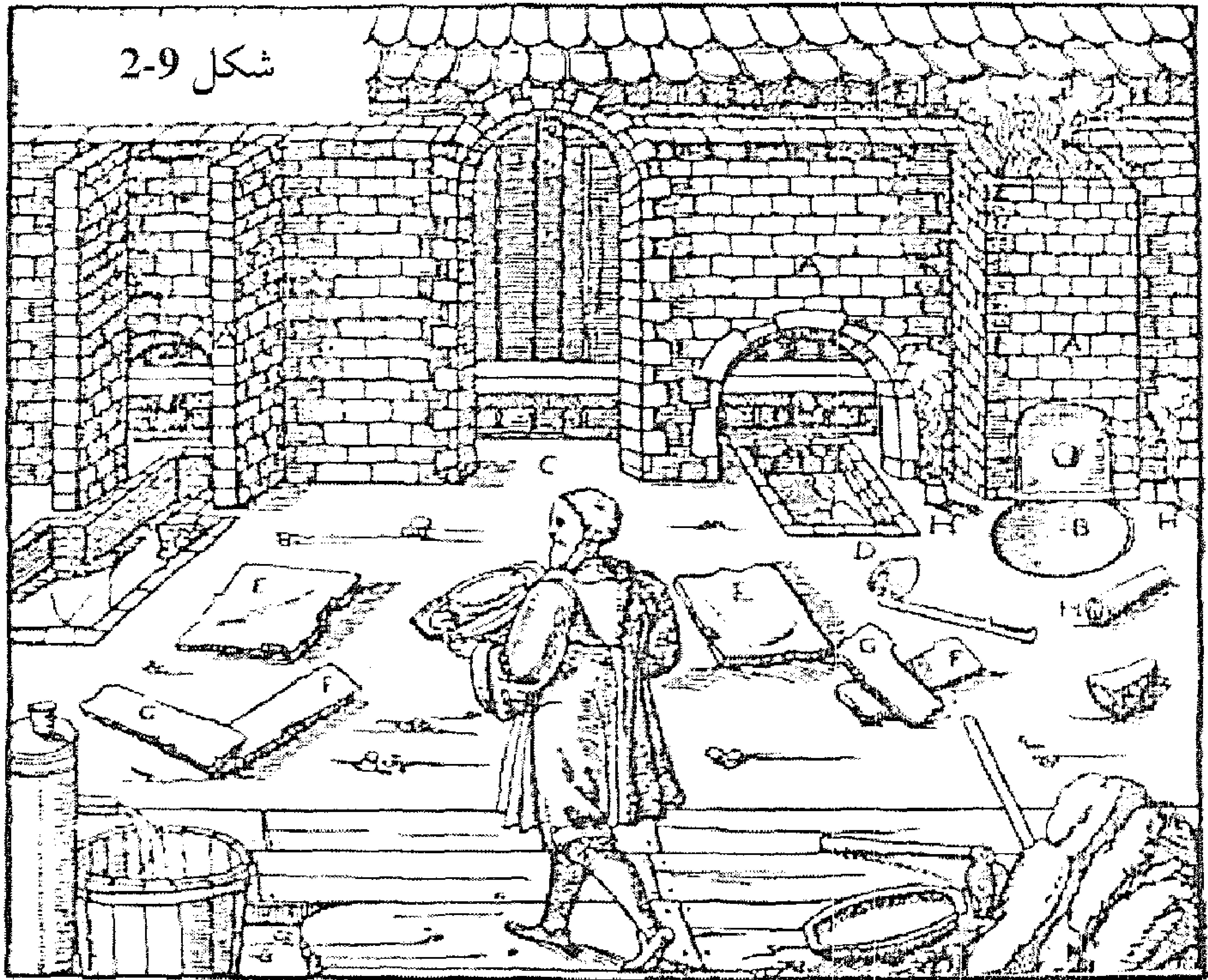
وتستخدم الأفران التى على شكل بواتق فى حالة الاستعانة بالرمال بعد غسلها كما باللوحة (شكل 9 - 15) حيث البواتق الكبيرة (A) فوقها بواتق صغيرة (B) موضوعة على حوامل ثلاثية (C) ويتم غسل الرمال فى برميل مخصص لذلك (D).

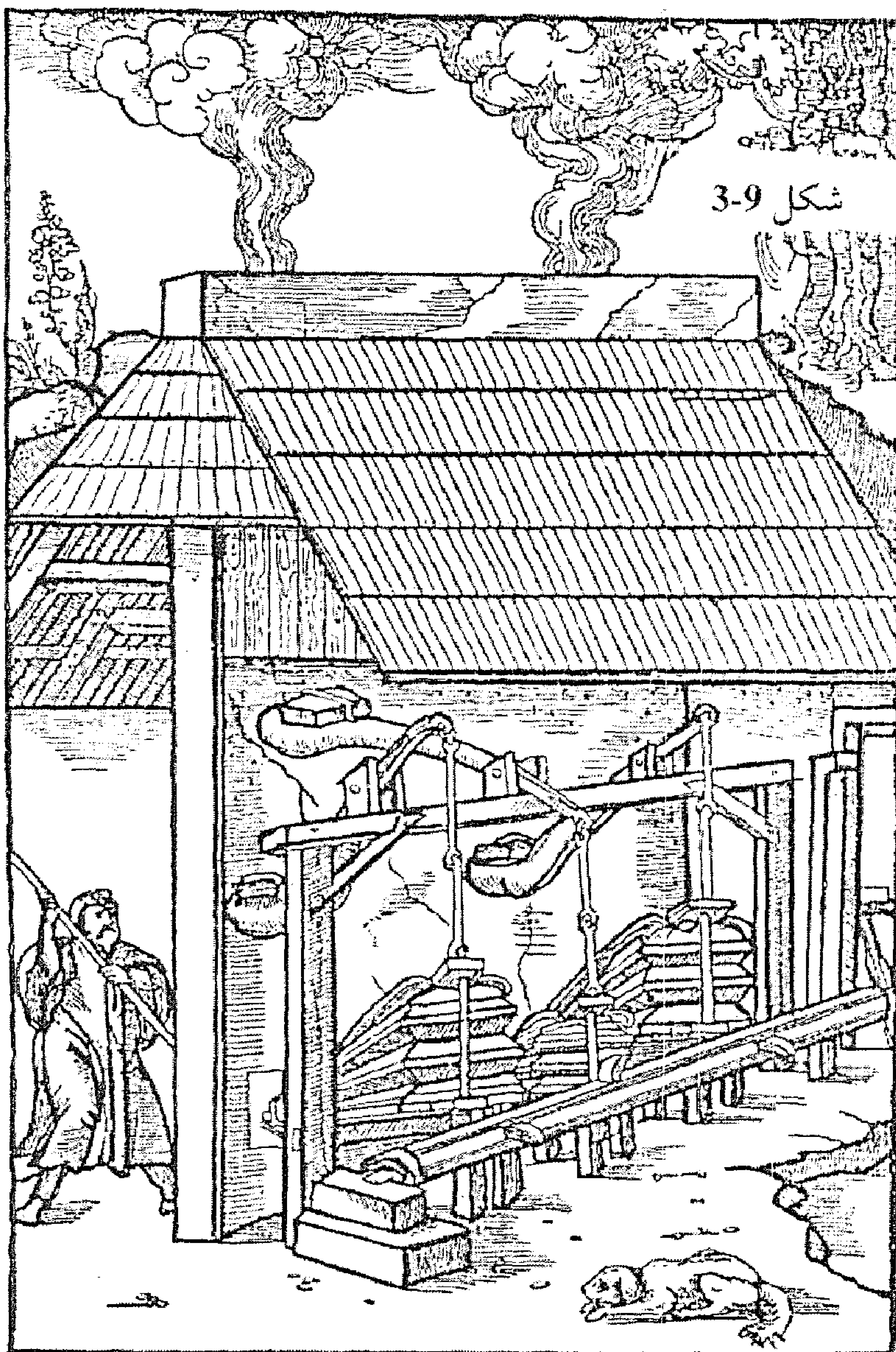
أما اللوحة (شكل 9 - 16) فتبين بعض تفصيلات المعدات ومنها كور الحريق وعليه الحطب المشتعل (A) والكور الأمامى (B) والكبشة (C) وكبشة حديدية أخرى (D) وما يطلق عليه الرغيف أو الكعكة (E) كما يبدو فى نفس اللوحة كور حجرى (F) ومجارى (G) وحفر التجميع (H) وقطع حطب صغيرة على المجارى (I) بينما يرمز الحرف (K) لاتجاه الرياح التى تسحب الأدخنة المتصاعدة بعيداً عن الموقع.

وفى لوحة (شكل 9 - 17) يظهر نوع من الصناديق الدوارة التى تتحرك تبعا لاتجاه حركة الرياح (A) حول محور (B) على حامل (C) وتركيبة (D) على حوامل (E) والحطب المشتعل (F) وقضيب أو ذراع (G) وبواتق صهر البزموت (H) والبواتق الصغيرة (I) والكعك الناتج (K) وشوك التقليب (L) والكاسحة أو المكنسة (M).

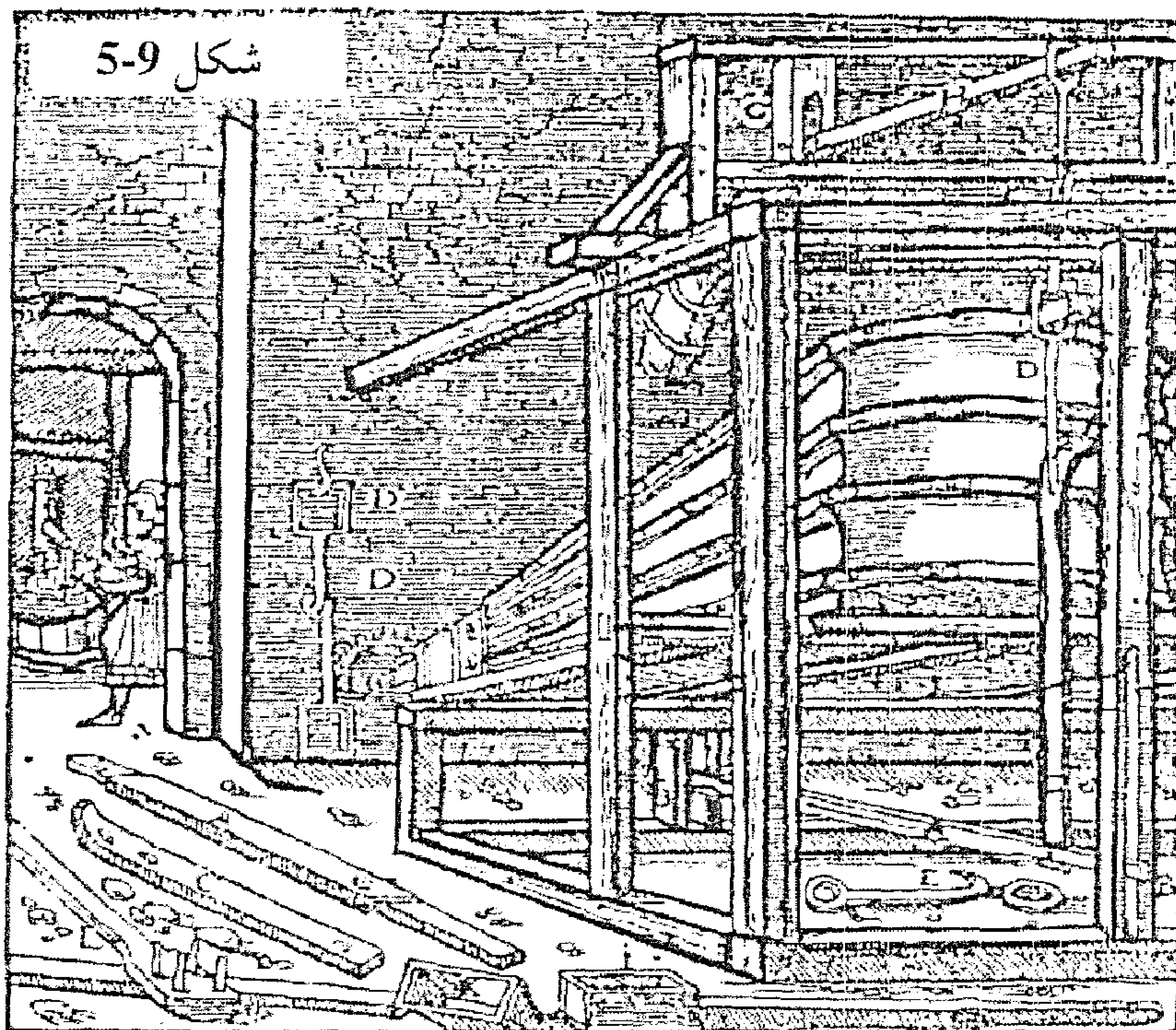
* * *

شكل 9-1

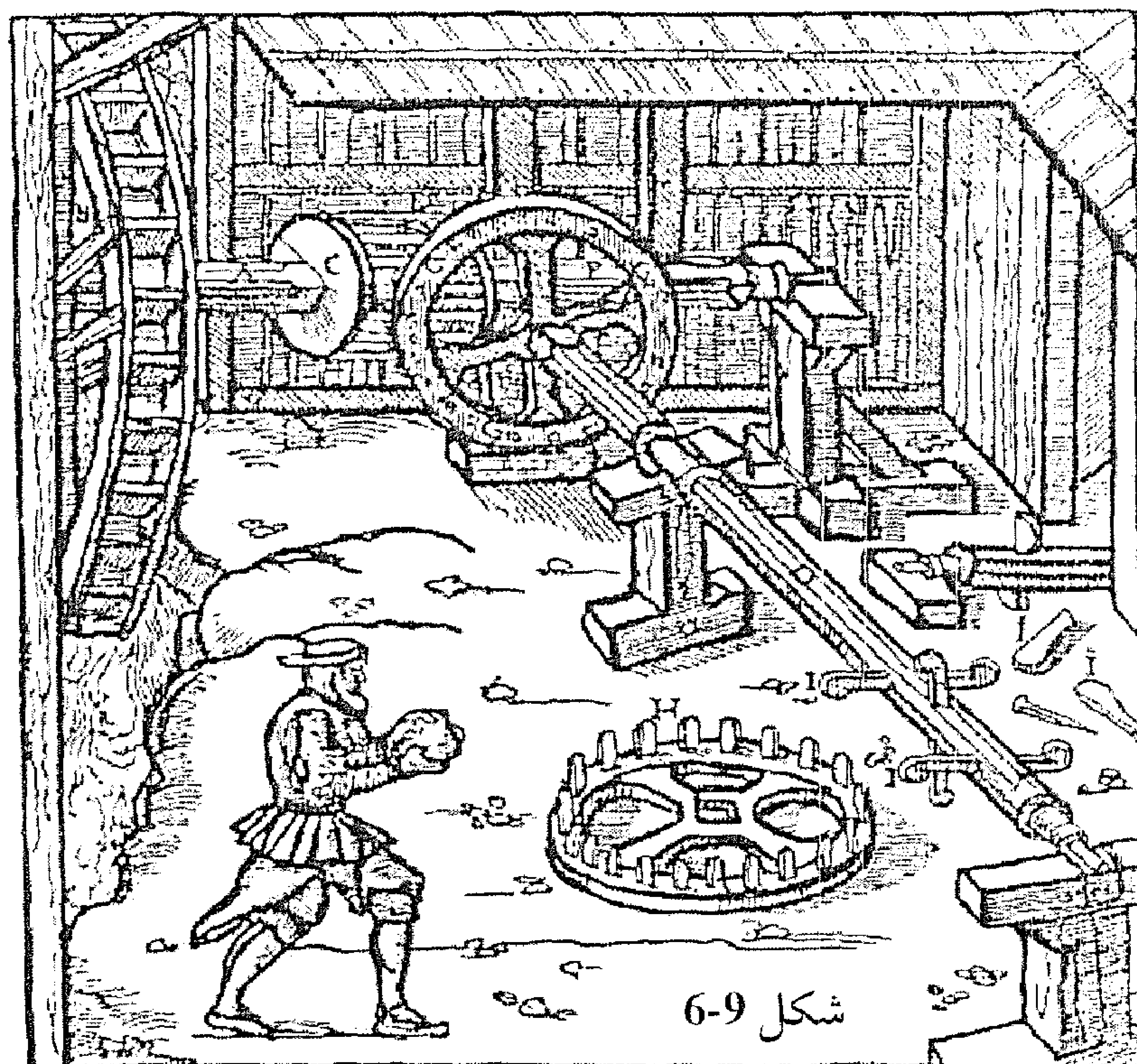

شكل 9-2


شكل 3-9

شكل 4-9



شكل 5-9



شكل 6-9

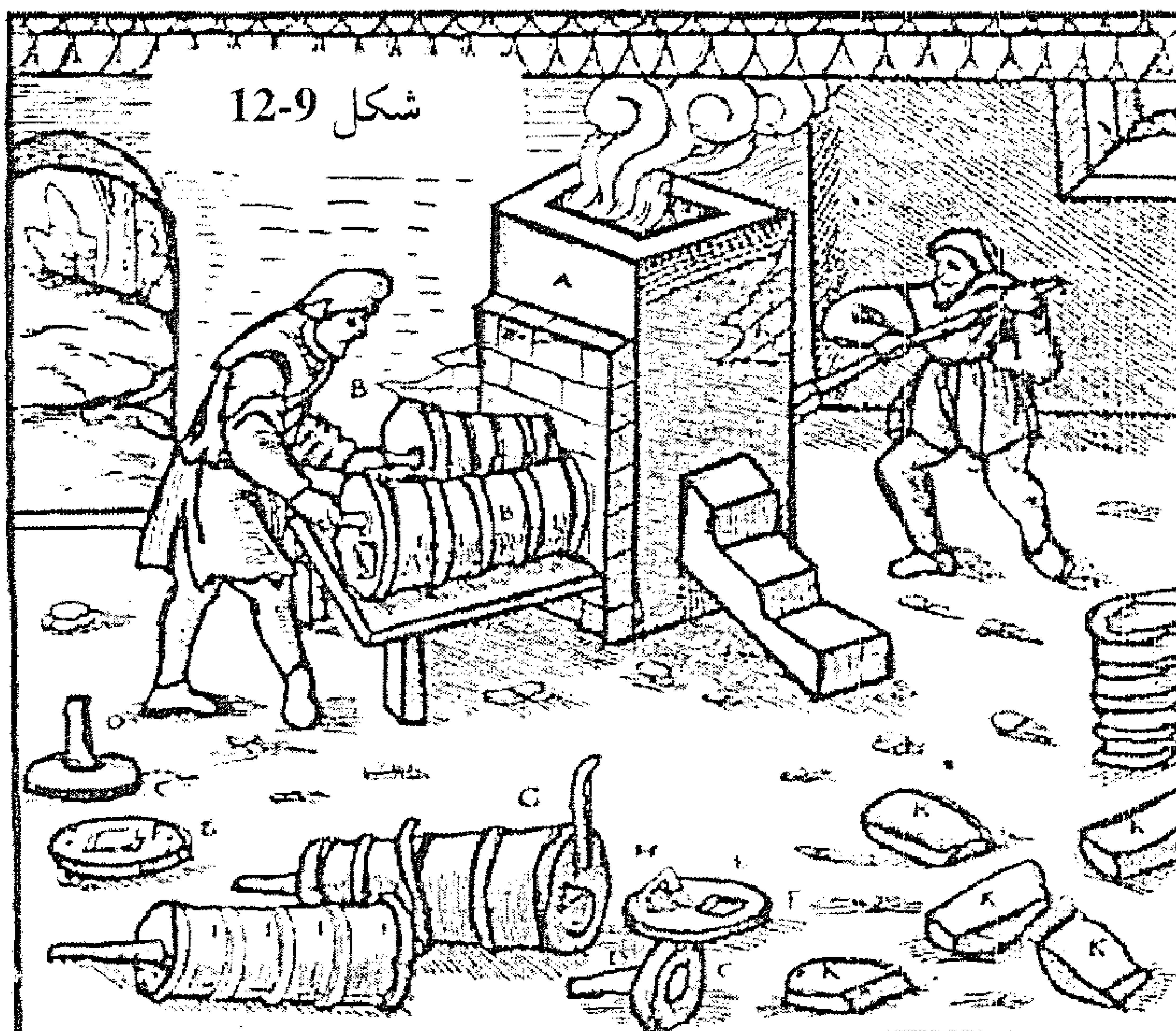

شكل 9-7

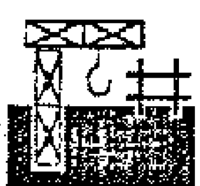

شكل 9-8


شكل 9-9

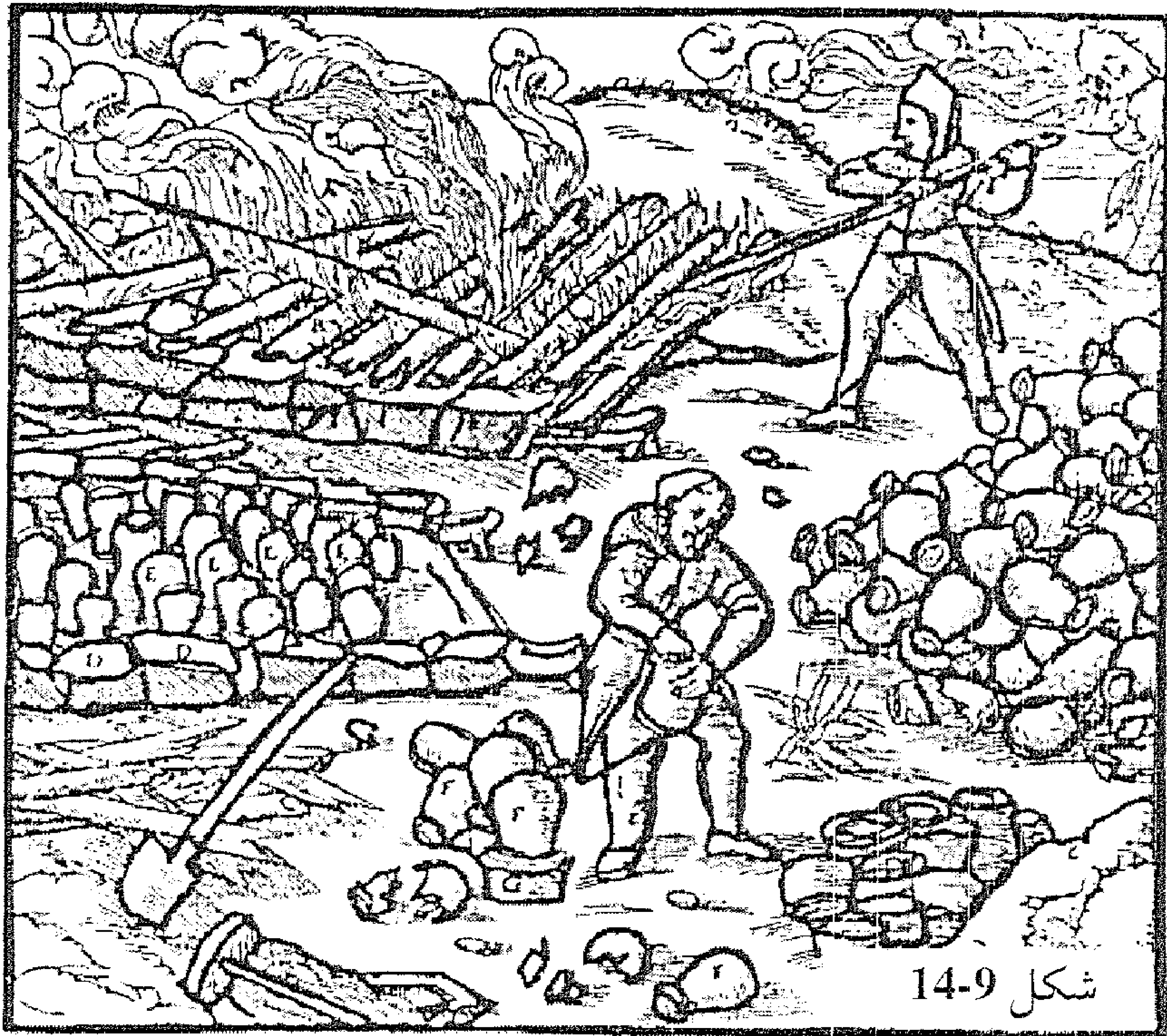
شكل 9-10

شکل 9-11

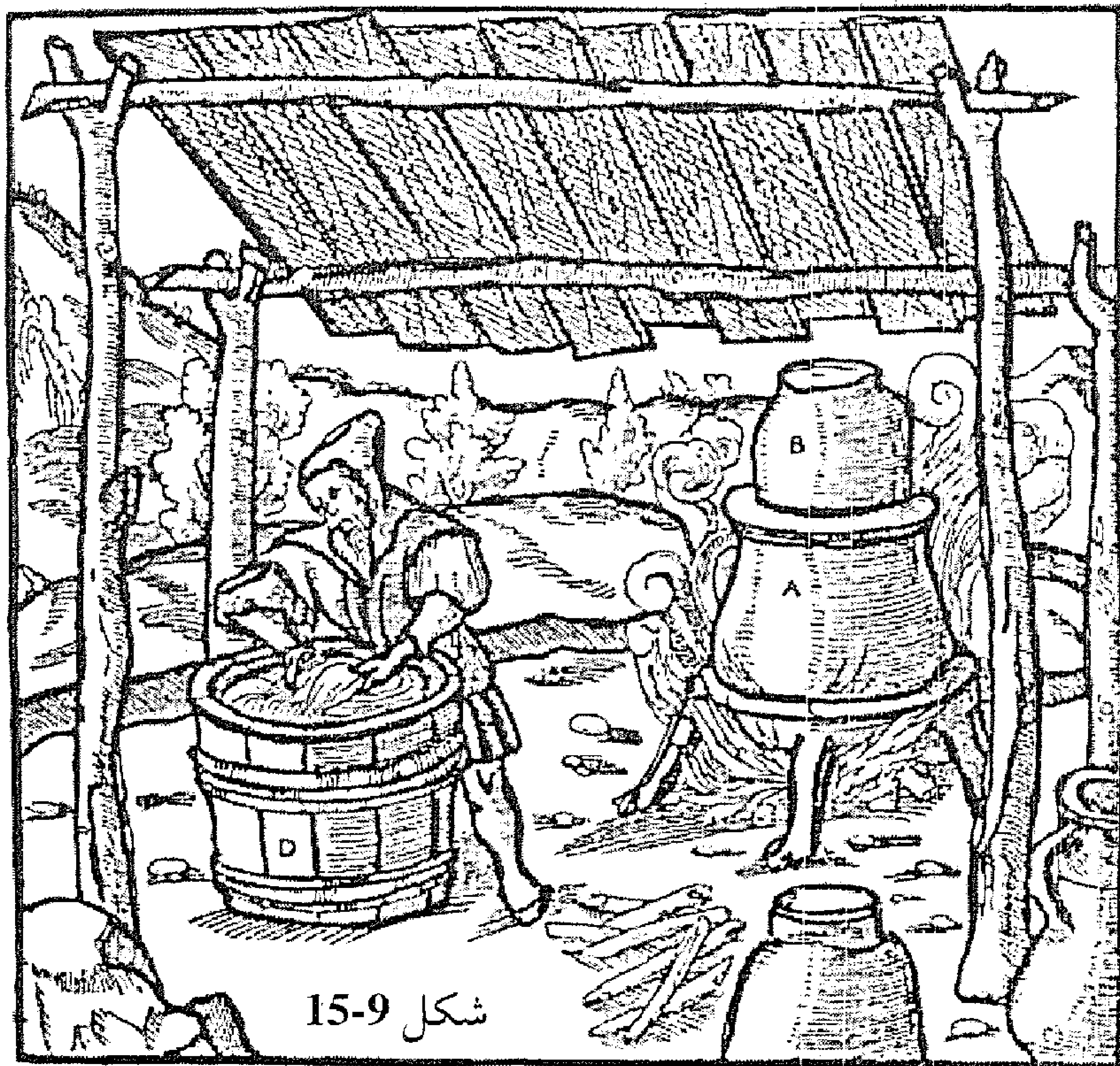

شكل 9-12



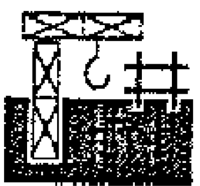

شكل 9-13



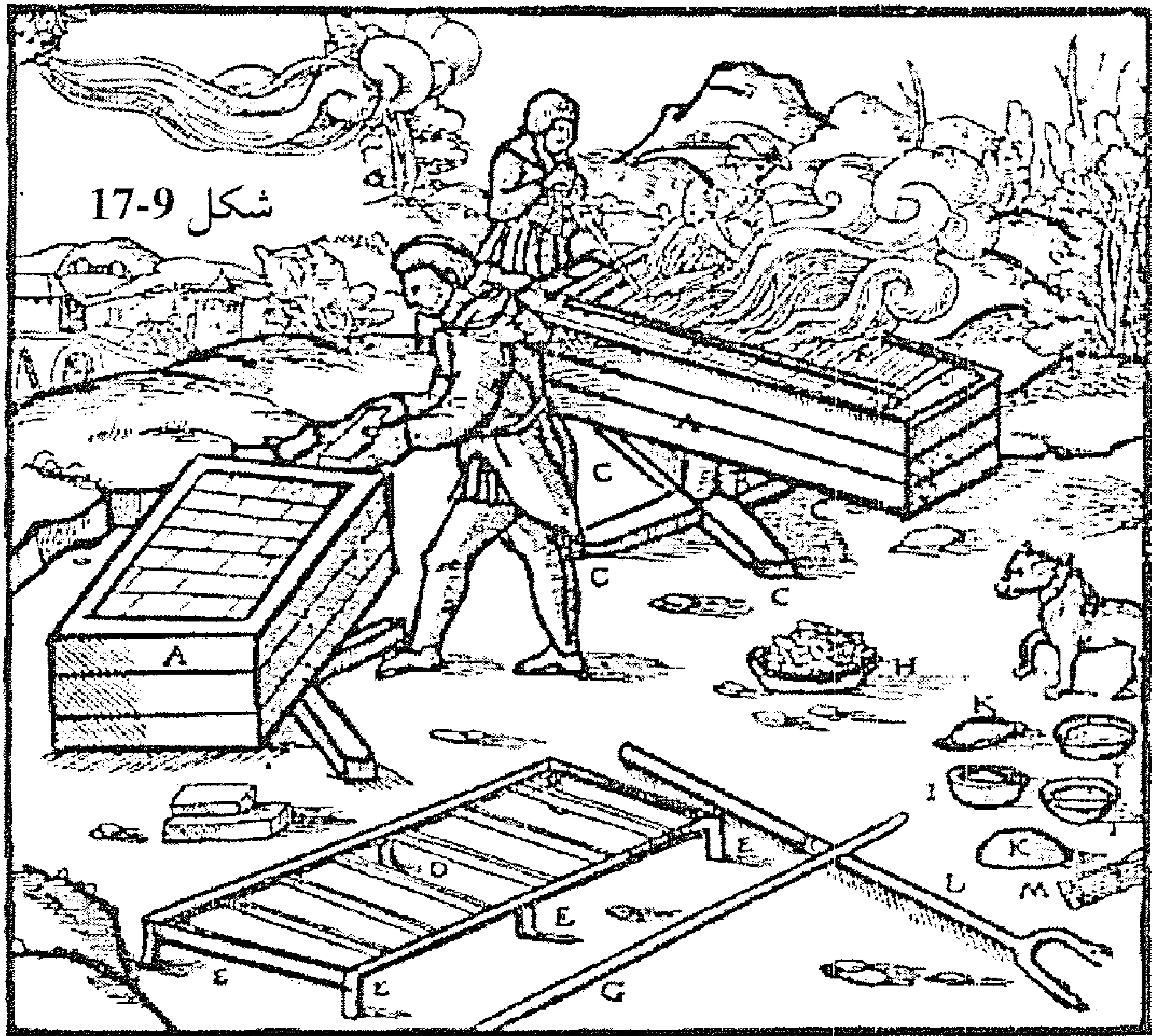
شكل 9-14

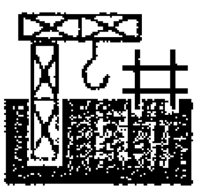


شكل 9-15




شكل 16-9


شكل 9-17
A
C
C
C
H
K
I
K
L
M
D
E
G
A





الكتاب العاشر

أتناول (أجريكولا) بالحديث فى هذا الكتاب عمليات ومعدات فصل الذهب عن الفضة، والفضة عن الذهب وكذلك فصلها عن النحاس، بالإضافة إلى فصل القصدير عن الذهب وكذلك فصلها عن النحاس، بالإضافة إلى فصل القصدير عن كل من الفلزين الثمينين الذهب والفضة وتنقية الفلزات الثمينة من شوائبها، وقد تناولت بعضها فى الكتاب السابق.

وتبدأ هذه العمليات باستخدام حمض أو مسحوق حمضى يدخل فى تركيبهما الزاج وكذلك الشبّة (كبريتات الألومنيوم). وهناك تسع تركيبات معروفة لإعداد الحمض أو المسحوق فى فرن مستطيل أو مربع الشكل بطول حوالى نصف متر وبارتفاع حوالى المتر، مغطى بطبقة خزفية وله فتحات للتهوية ويوضع الفحم النباتى فى جزئه الأسفل.

وتوضح لوحة (شكل 10 - 1) فرن الإعداد (A) فى الجهة اليسرى من اللوحة وفتحته المستديرة (B) وفتحات الهواء (C) وفتحة الفرن (D) وآنية الصهر (F) وقصعة (G) وأغطية (H) وإناء توجيه (I) ومثله (K) وسلة (L) التى توضع فيها الأوانى لحمايتها من الكسر.

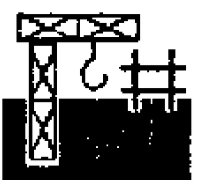
وكمثال: يجرى اختبار فصل الفضة من الذهب بصب السبيكة لتحديد نسبة الفضة فى الذهب، ثم بالمعالجة بالحمض نحصل على ذهب يكاد يكون نقيًا، وإلا تتكرر العملية أكثر من مرة حتى نصل إلى درجة النقاء المطلوبة. وتبين اللوحة (شكل 10 - 2) الأوعية الموضوعة على أماكن الصهر (A) وحامل حديدى للأوعية (B) ثم الأوعية (C) الموضوعة فى صندوق به رمال، وكذلك الأوعية (D). أما الحامل الحديدى (F) فعلية أوعية فصل الأجزاء الدقيقة من الذهب المستخلص شبه النقى. وهناك طرق أقل تكلفة من تلك التى فى اللوحة.

وتوضح لوحة (شكل 10 – 3) الفرن الذى يدخل فيه الهواء من الفتحة (A) وفرن حدادة وتشكيل الذهب (B) والأوعية الخـزفية (C) والحديدية (D) الموضوعة على كتلة خشبية (E).

ولفصل النحاس عن الذهب مجـموعة تجهيزات ومعـدات تبينها اللوحة (شكل 10 – 4) حيث تبـدو الأحجار المسـتطيلة الشكل (A) والغطاء الدائرى (B) والفتحة (C) والحوائط الداخلية (D) وآنية الصهر (F) والأغطية الحلقية (G) والمجارى (H) وغطاء الطاقـية أو القلنسـوة (K) والدائرة الحلقـية (L) ومجمـوعة الأنابيب (M) والصمـامات (N) والسلاسل المسـتخدمة فى الرفع والتثبيت كما فى أعلى يسار اللوحة (O).

أما فى حالة تنقيـة الفضة من القصدير، فيجب إضـافة النحاس والفحم النباتى، وتبين لوحة (شكل 10 – 5) بعض المعدات لهذا الغـرض حيث يقوم العامل الماهر (A) بدك الخليط بالمدك (B)، وباللوحة حزم القش والحطب (H) مع مجـموعـة من المعدات. وفى اللوحـة (شكل 10 – 6) يبدو الـفرن (A) والحطب (B) وصهـير الفـضة (C) واللوح المعدنى (D). ويلاحظ فى أسفل اللوحة العـامل الماهر (E) الذى يبـدو جائعًـا ويتناول بعض الدهون والزيوت التى تسـاعده على التـغلب على الآثار الضـارة للسـموم الناتجـة عن الأدخنة المتصاعدة من الفرن. وتركز اللوحة التالية (شكل 10 – 7) على عملية تحميل الصـبات الناتجـة إلى أعلى بواسطة الحـمالين إلى يمـين اللوحة. كـما تبـدو السبيكة أو الصبَّة (A) والقاعدة الحجرية (B) والمطرقة (C) والفرن (F) الذى خرجت منه الصبة ويتصاعد منه الدخان.

وهناك طريقة نصف آليـة للمعالجة تبينهـا اللوحة (شكل 10 – 8) وبها عمود رأسى (A) ودعائمه (C) والحلقة (D) والعوارض الأفقية والعلوية (E) والحلقات المسننة (M) والسلسلة (N) والبكرة (O) وخطاف الرفع (V) وثلاث سلاسل (X) وذراع الإدارة اليدوى (Y).



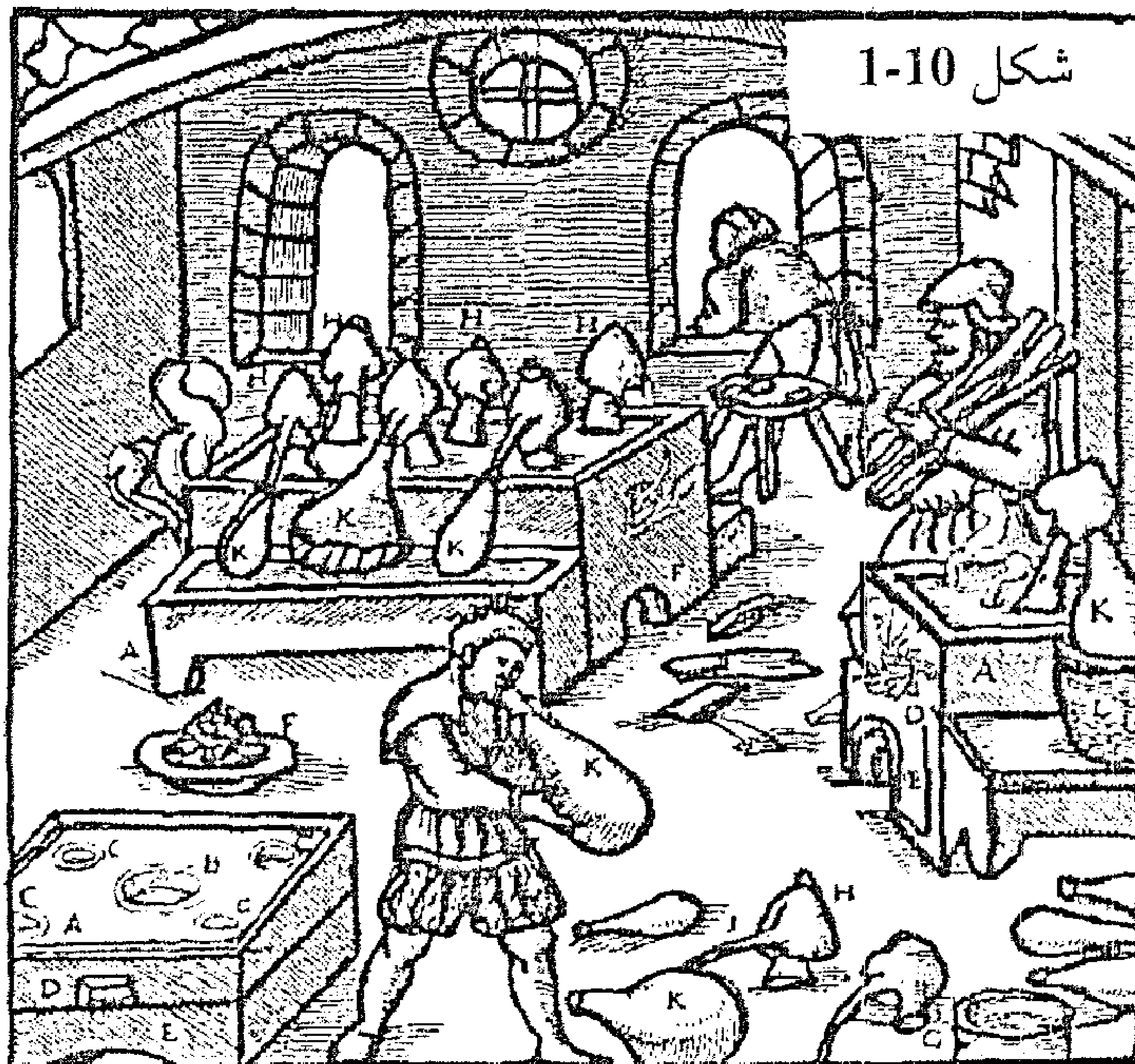


أما لوحة (شكل 10 – 9) فتبين قبة الفرن (A) وقاعدته (B) وقنوات أو تجاويف مـخارج النواتج (C) والمدك (D) المجاور للمـطرقة (E)، بينما يقف العامل الماهر (F) الذى يقوم بإعداد أنابيب من الصهير الناتج من الفرن الأيمن (H). ويبدو فى نفس اللوحـة مجمع الصـهير السفلى (الوجـاق) وهو بالرمز (I) وسيخ (K) والأنابيب الناتجة بعد المعالجة والتشكيل (L).

واللوحة (شكل 10 – 10) بها مـشهـد عام لأربعـة من العمـال المهرة يقـومون بمخـتلف عـمليات التنقـيـة والمعالجـة بواسطة مـجمـوعة المعـدات المستخدمة، وأولها قضيب أو ذراع بنهاية مستديرة حلقية (A) وكبشة (B) ذات فتحة (C) وقضيب مسنون (D)وشوكة (E). كما تبدو صـبة الفضة (F) على هيئة شرائح فوق وعاء به ماء (G)، وكتلة خشبية (H) التى يعالج العامل الرابع إلى اليسار الصبة أو السبيكة فـوقها. بينما صبة الفضة (K) على وعاء آخر به ماء أيـضًا (L). وفى اللوحـة العامل الأول أعلى يسـار اللوحة بيـده ضفـيرة الأسلاك النحاسية (M)، كما يبـدو الحامل الثلاثى (N) وكتلة خشـبية أخرى (O) واللقمة (P) والدخان المتصاعد من الوعاء (R).

أما الملف (A) بفتحاته (B) فتبـينه لوحة (شكل 10 – 11) وبها الباب الحديدى للفرن (E) وفتحـته (F) والمطرقة (H) والمنفاخ (G) بجانب الفرن والحلقة الحديدية (I) التى يستخدمهـا البعض بدلاً من الوعاء ومطـرقة السحق (K) لـدك (أو كتم) الرماد فى الحلقة. وكثيراً ما يقوم البعض بتنقية الفضة فى أوعية تكون موضوعة تحت ملفات بفتحاتها (A)، وهى مصنوعة إما من مواد خزفية أو من الحديد.

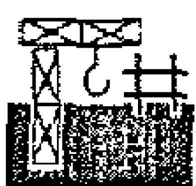
***



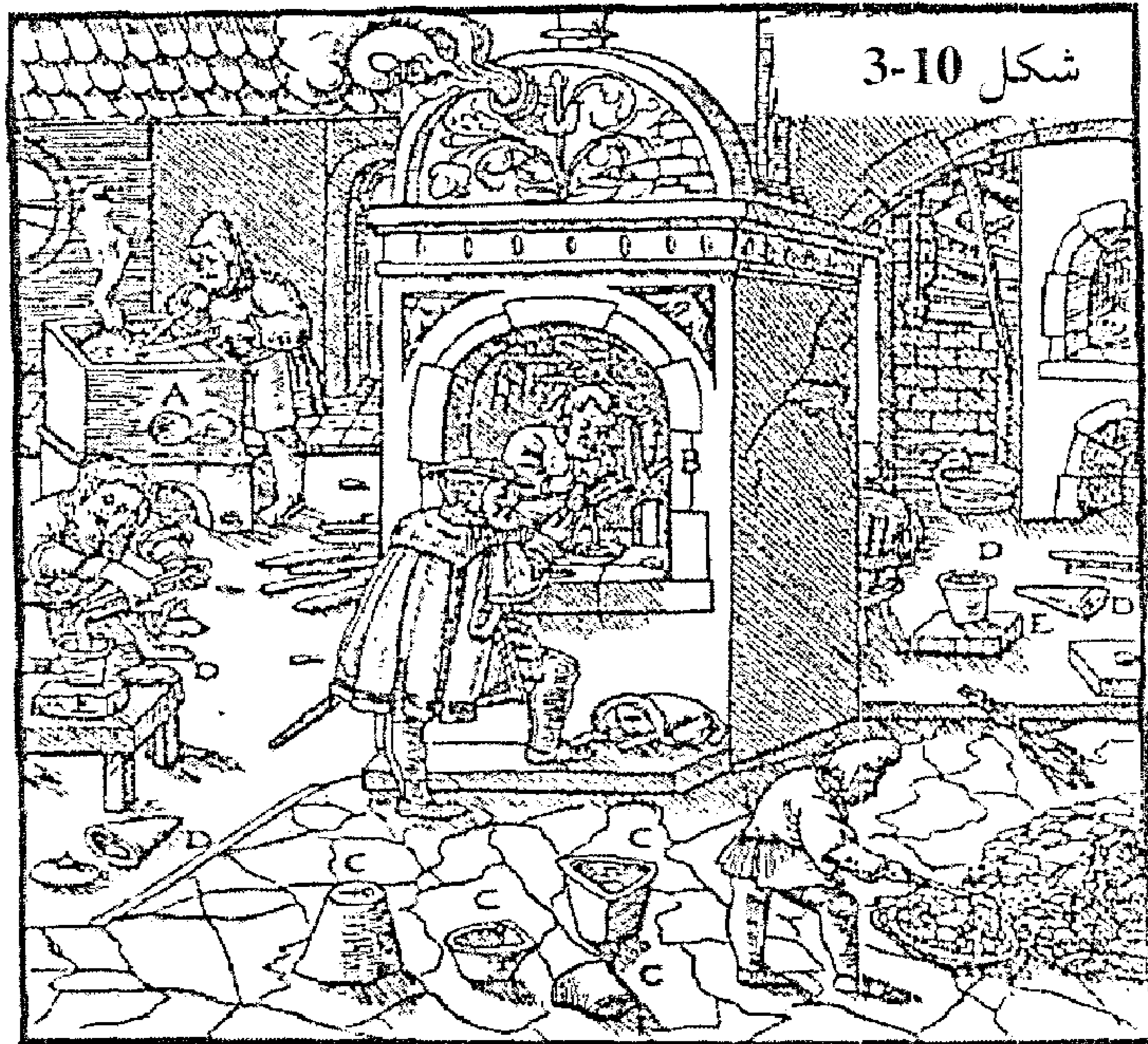
شكل 1-10



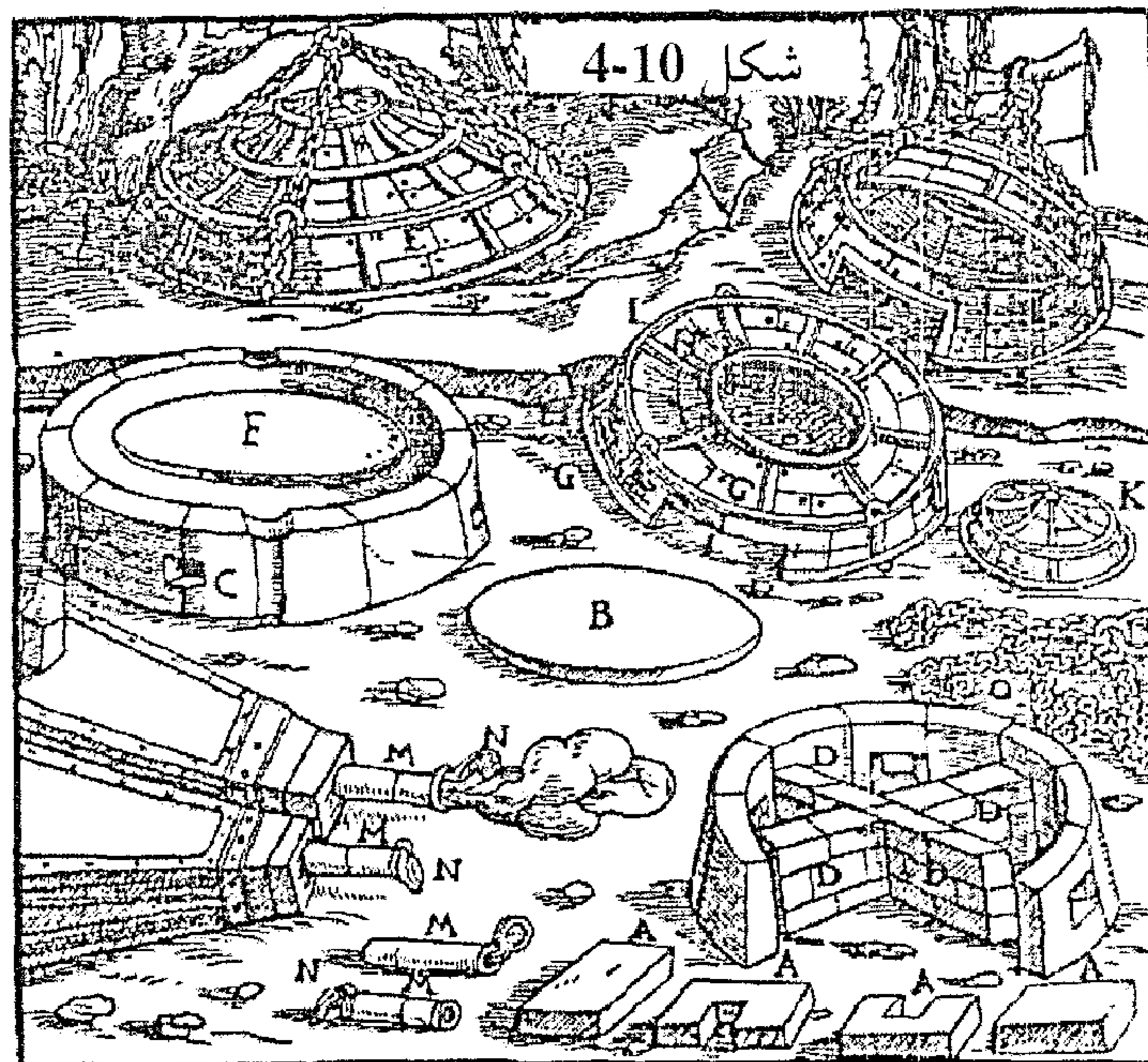
شكل 2-10







شكل 3-10



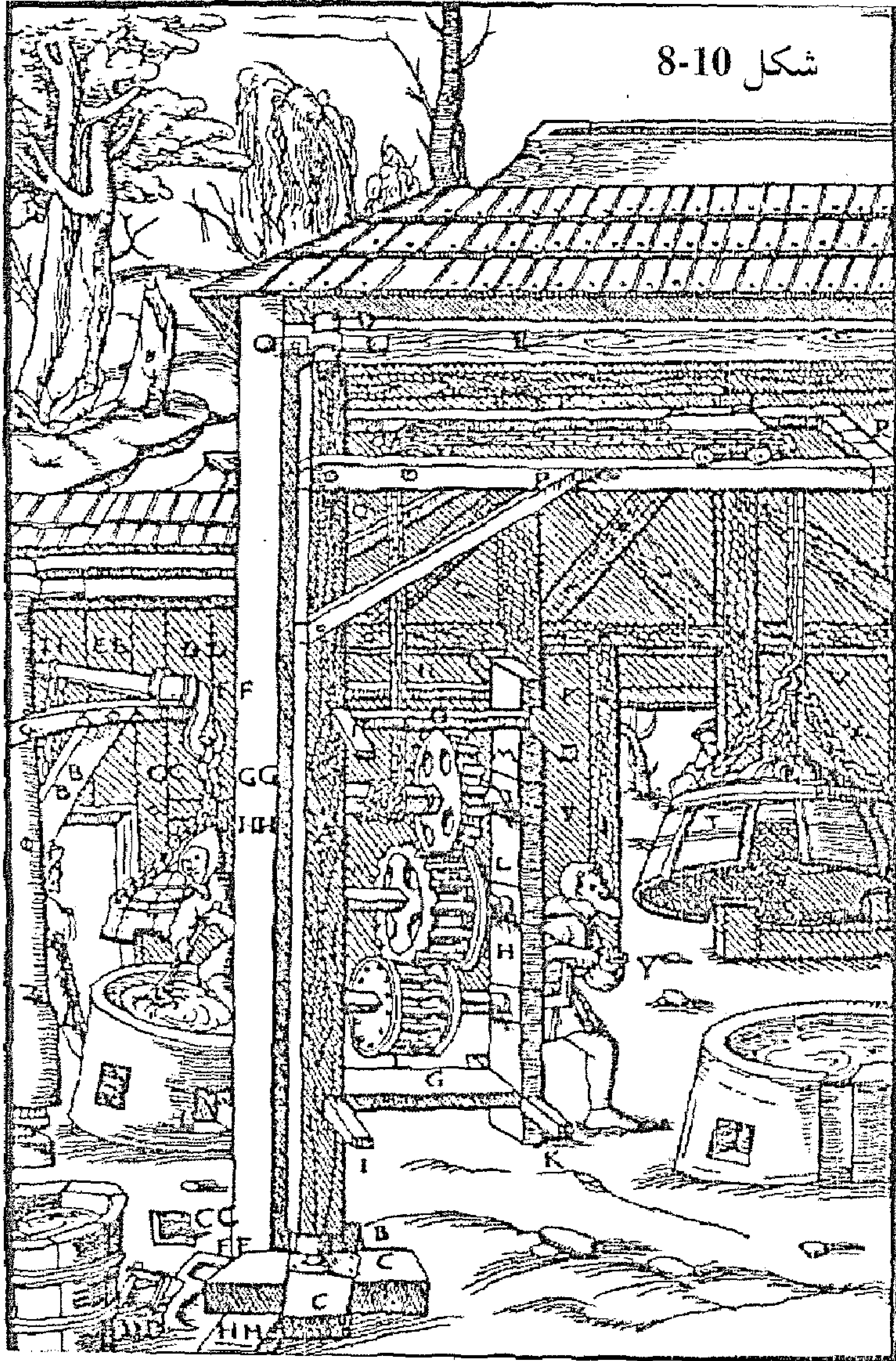
شكل 4-10

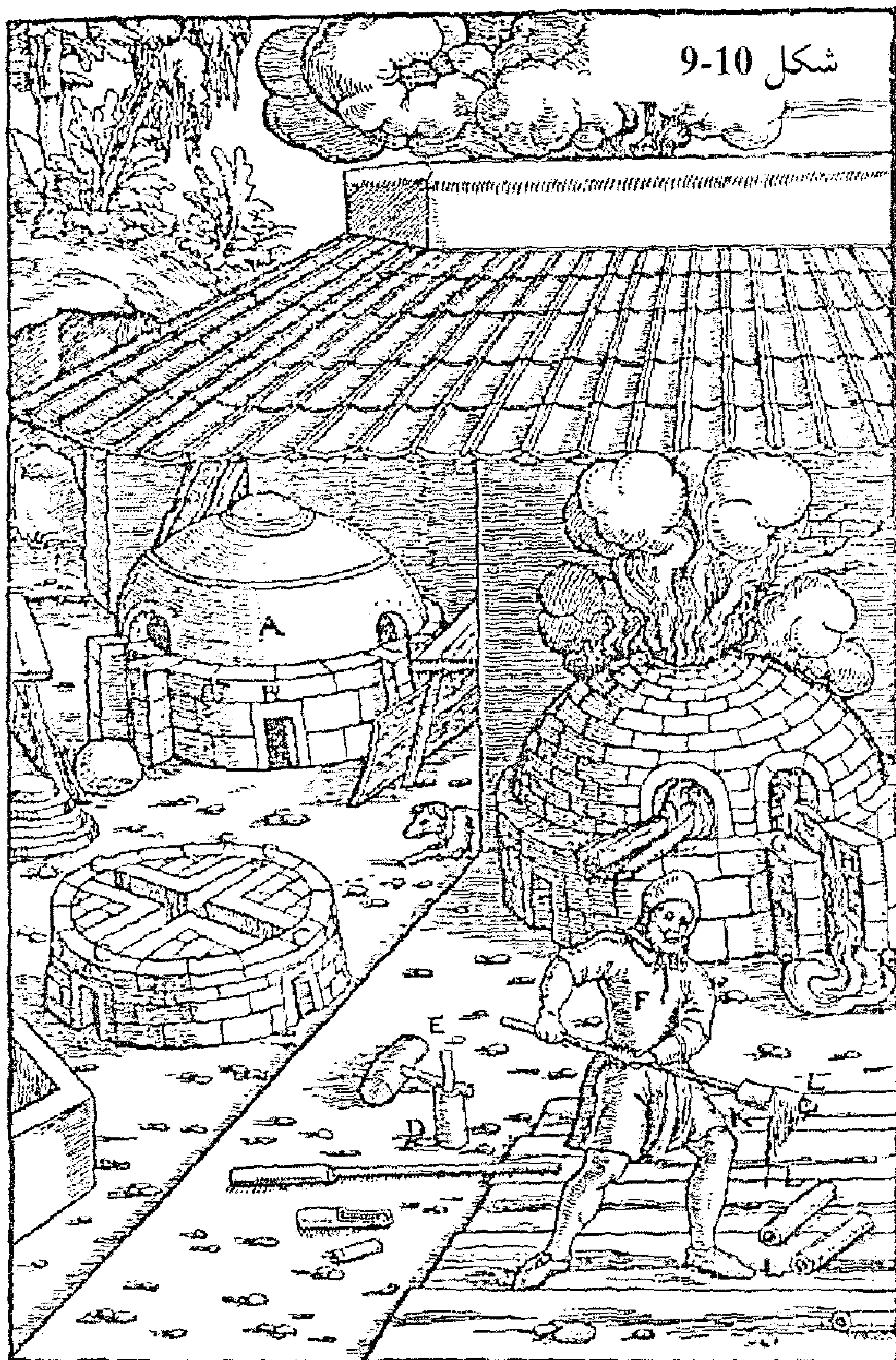


شكل 5-10

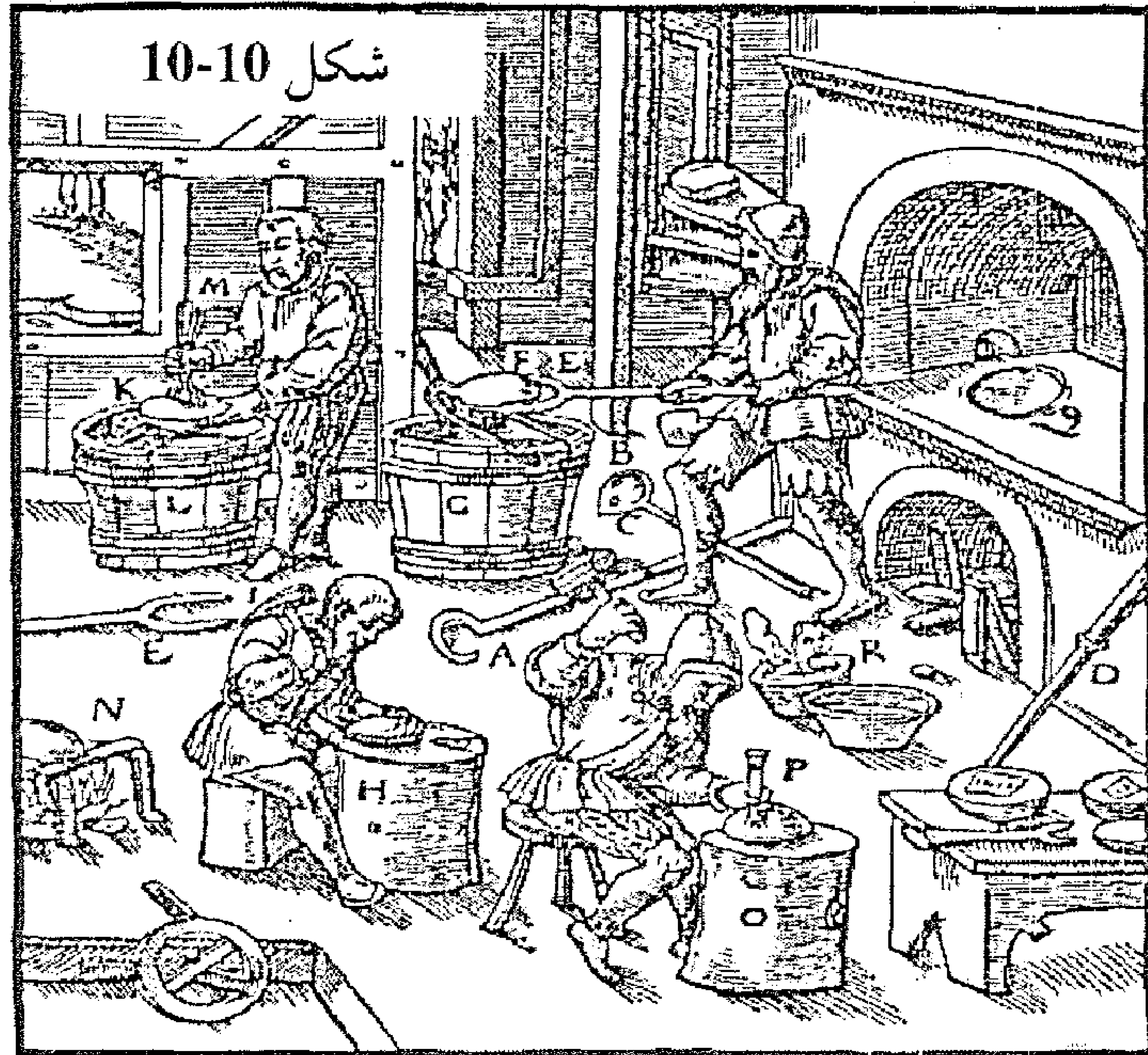

شكل 6-10
A
B
B
B
D
E


شكل 7-10
A
B
C
D
E
F
G


شكل 8-10



شكل 9-10



شكل 10-10



شكل 11-10

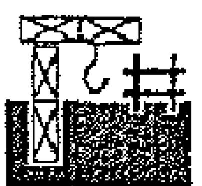
الكتاب الحادى عشر

يحتوى هذا الكتاب على شرح لطرق ومعدات فصل الفضة عن فلزى النحاس والحديد. وتجرى عمليات الفصل فى ورش خاصة تبين إحداها اللوحة (شكل 11 - 1) وموضح فيها الأبعاد بالقدم (32.28سم). والحوائط الطولية باللوحة تأخذ الرموز من (A) إلى (F)، بينما الحوائط الباقية هى حوائط عرضية بالرموز من (H) إلى (X). ويبلغ سمك الحوائط من نصف قدم (16.14سم) إلى 5.2 قدم، (واللوحة كما فى الأصل اللاتينى وبها الحائط (I) أبعاده مقلوبة).

وأنتقل (أجريكولا) إلى بعض تفصيلات الأفران والمعدات، فاللوحة (شكل 11 - 2) تبين فرنًا مفتوحًا مائلاً (A) بجوانبه المغروسة فى الأرض (B) وحائطه الرأسى (C) لحماية خلفية الفرن من آثار الحريق عند تشغيل الفرن. وتبدو فى نفس اللوحة أوانى استقبال الفلز المنصهر (D) وكتل الرصاص المستخدمة (E) وعربة النقل الداخلى فى الموقع (F) بعجلاتها (G) والرافعة (H) والملقاط الماسك (I) والحطب المستخدم للحريق والصهر (K) والمصبوبات (L) والكبشة (M) والمنقار أو أداة النقر (N).

أما لوحة (شكل 11 - 3) فيها الفرن القبوى (A) وحيز الاستقبال العلوى للصهير (B) والسفلى (C) والصبات الناتجة (D). وفى اللوحة (شكل 11 - 4) بعض التركيبات الميكانيكية المساعدة فى عمليات الفصل، وبها الرافعة (A) والاسطوانة ذات التجاويف (B) والحلقة المسننة (C) لنقل حركة التشغيل وعربة النقل الداخلى بالموقع أيضًا بعجلاتها (D) ولوح مثلث الشكل للتحميل (E) والصبات الناتجة (F) وسلسلة الرافعة (G) التى ترفع بواسطة الخطاف (H)، كما تبدو باللوحة الحلقة (I) ومقبض الحداد الماسك (K).





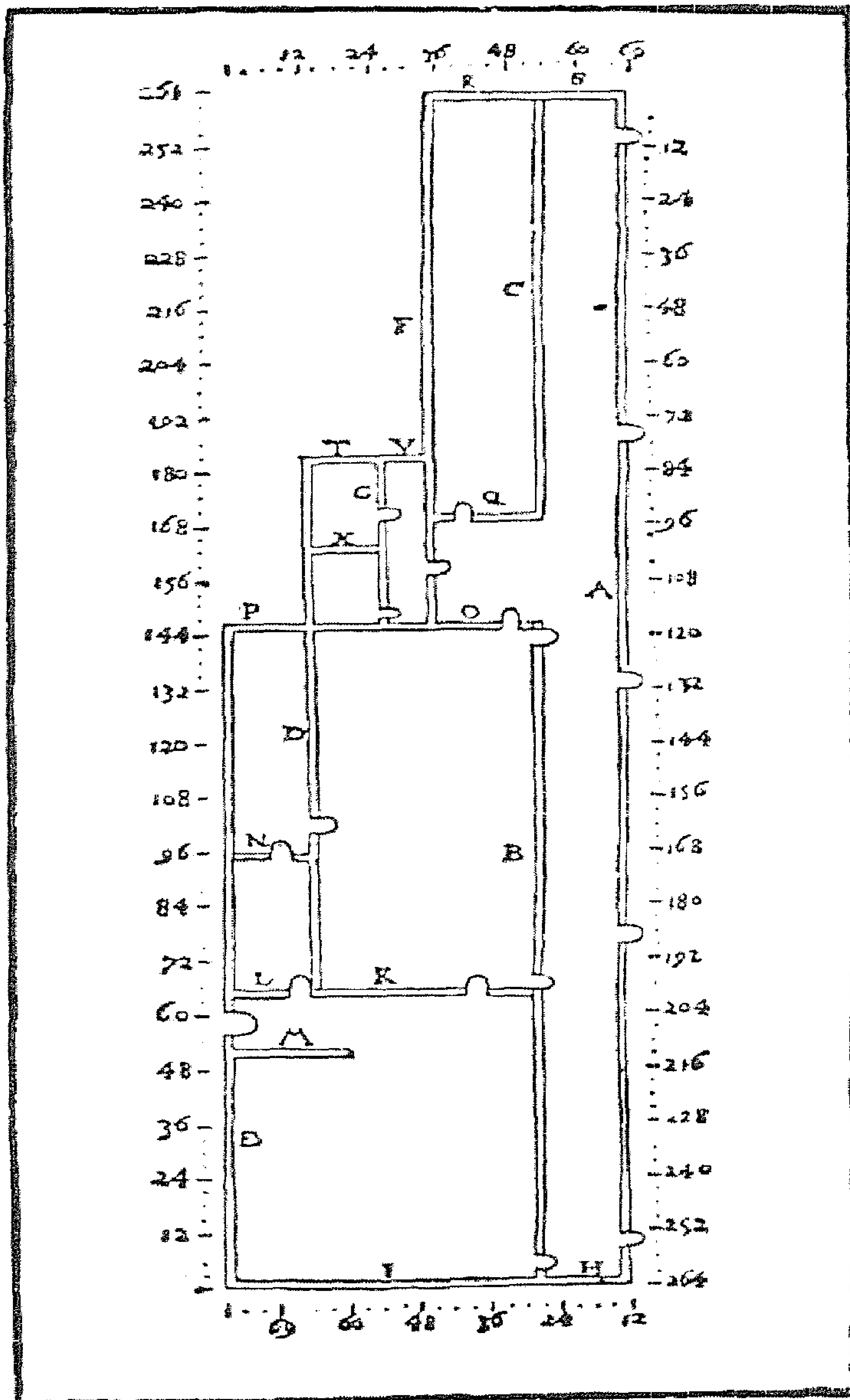
وتوضح اللوحتان التاليتان الأفران المائلة المفتوحة المجهزة بسواند يمكن فكها وتركيبها على جوانب الفرن. ففى اللوحة الأولى (شكل 11 - 5) أساس الفرن (A) والأحجار المستطيلة (B) والمسطحات المائلة (C) فى فرن الفصل والقضيب أو الذراع الماسك (F) وحلقات السلسلة (H) والقضيب أو الذراع الماسك (F) وحلقات السلسلة (H) والقضيب بالخطاف (I) وحائط الوقاية من خطر اللهب المتصاعد عند التشغيل (K) المثبت فى الحائط الخلفى الأصلى (L) ومثبتات السواند الرأسية (M) على قاع الفرن المائل المفتوح. أما اللوحة الثانية (شكل 11 - 6) فبها فرنان من هذا النوع المائل المفتوح أيضًا، أحدهما (A) أثناء التشغيل، والآخر(B) الأيمن فى اللوحة لم يبدأ التشغيل فيه بعد لفصل الفلزات عن بعضها البعض. ويلاحظ فى الفرن الأيسر (A) حيز التجميع (C) فى النهاية السفلى للفرن وقوالب الصب (D).

أما اللوحة (شكل 11 - 7) فتوضح طريقة استخدام المطرقة (B) لتجهيز بعض الأجزاء المستخدمة فى عملية الفصل، بالإضافة إلى بعض المعدات الأخرى بينما اللوحة التالية (شكل 11 - 8) توضح الراقود أو وعاء (تنك التجميع) بالرمز (I). وفيها الحوائط الجانبية (A) والقبوان الأمامى (B) والخلفى (C) والحائط الخلفى (D) فى عمق اللوحة وفتحات التنظيف بالنفخ (F) والغلاف السقفى (G) وقاع أو أرضية الفرن (H). وفى أسفل يمين اللوحة حيث الراقود تبدو فتحة التجميع(K) والسدادة (L)، بينما فى أعلى اليمين الباب الحديدى بتفصيلاته (P) و(O) و(N) بالإضافة إلى السلاسل والخطاطيف ومجموعة من قوالب الطوب المستخدم (S) أسفل يسار اللوحة.

ولقد تم تخصيص اللوحة التالية (شكل 11 - 9) لتوضيح طريقة فتح باب الفرن بالرفع بالسلاسل (A) ويبدو على الأرضية أمام الفرن خطاف (B) وشوكة مزدوجة (C) ومعدات الرفع (D) والراقود (E).

وتبين اللوحة (شكل 11 - 10) فرن الصهر (A) وفى مقدمته من الجهة اليمنى صفيحة أو قضيب التوجيه (B) وصفيحة أخرى على الأرض أسفل يمين اللوحة بجوار القضيب ونلاحظ اللقمة (C) مع أقراص النحاس التى تمت تنقيتها (D) وسحبها بواسطة صفيحة التوجيه وقضيب السحب. كما توضح اللوحة ماسك الأقراص (E) وعملية التقسية فى وعاء على شكل برميل (F).

* * *

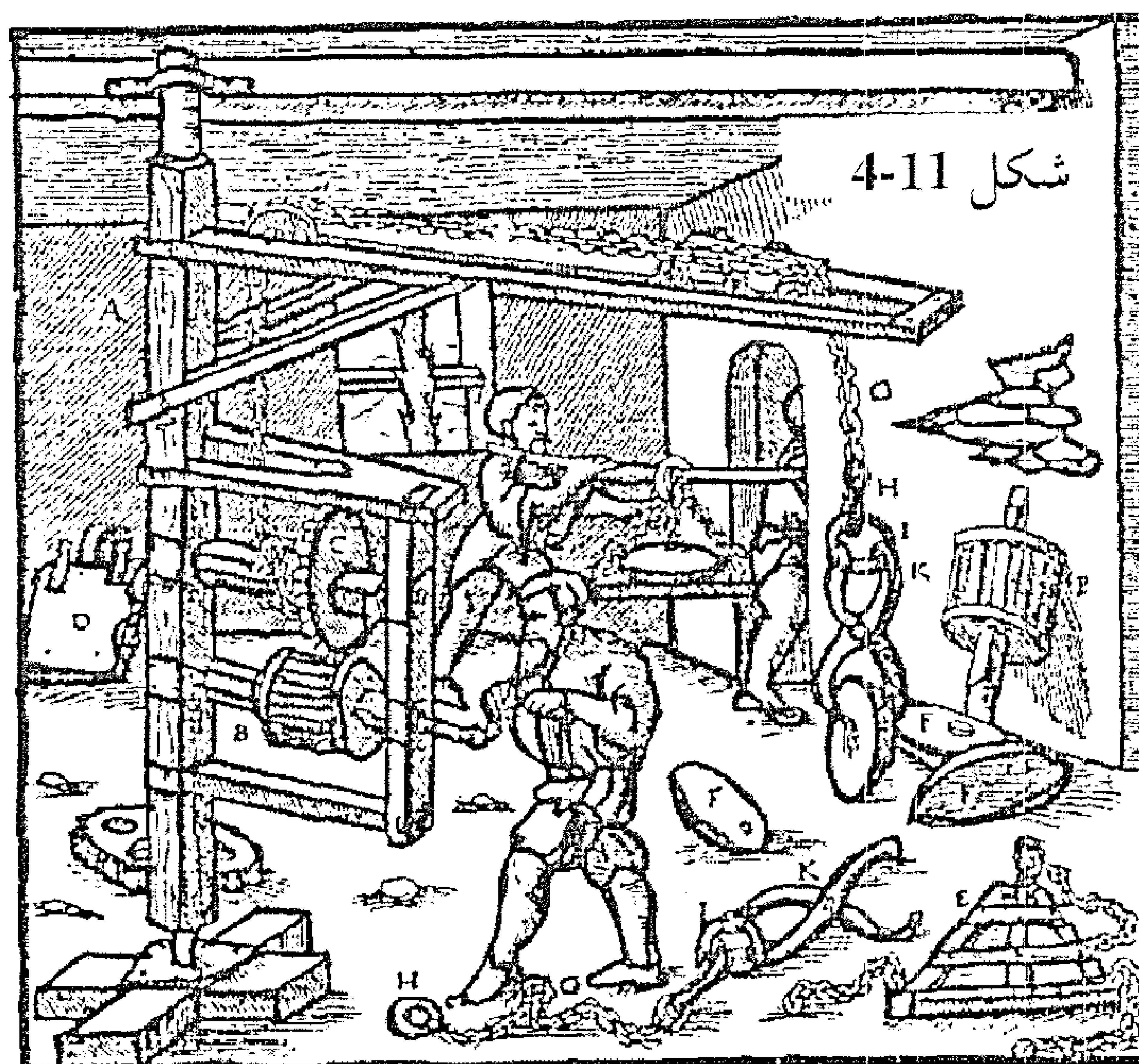


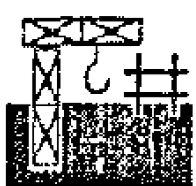
شكل 1-11



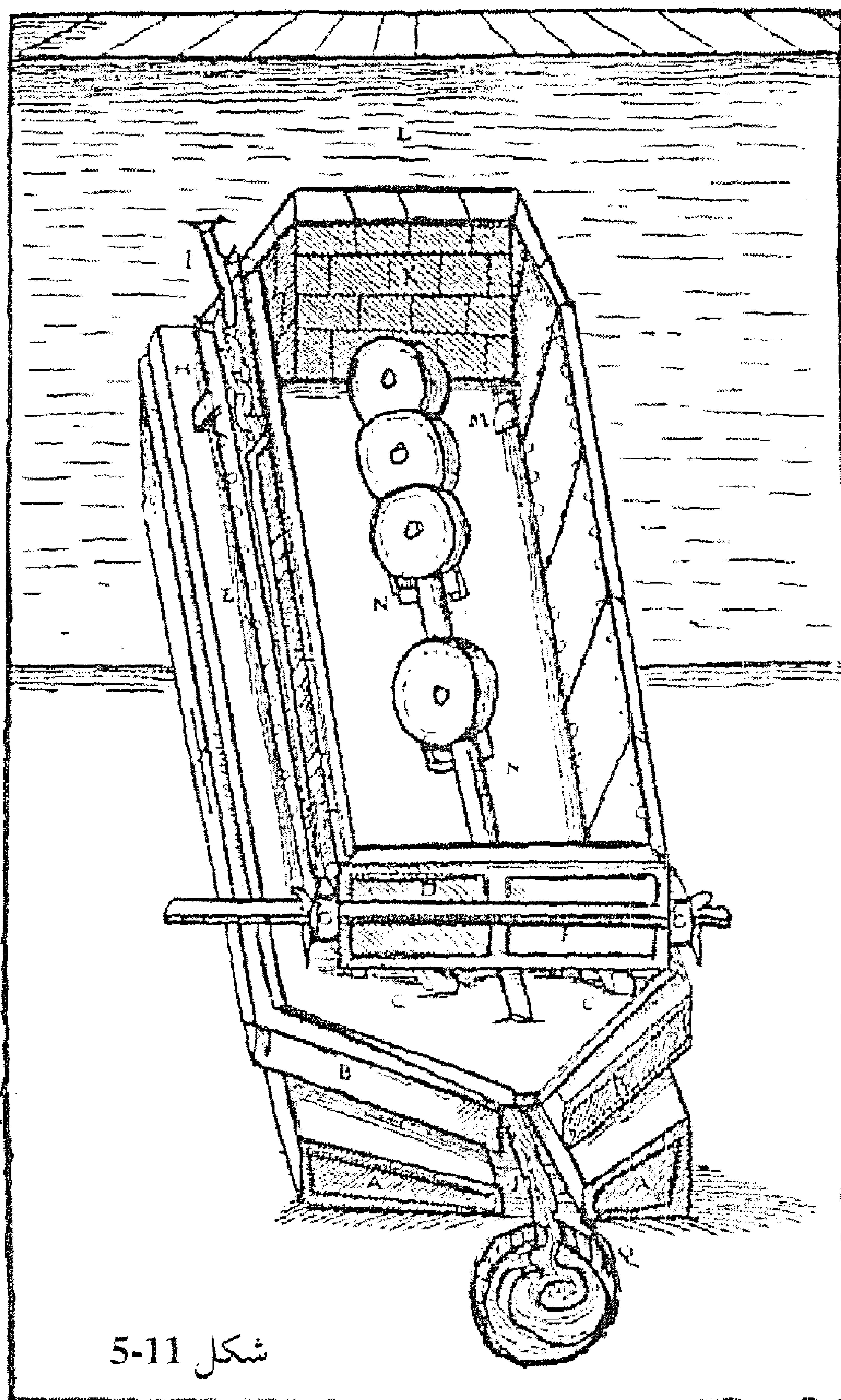
شكل 2-11


شكل 3-11
A
B
C
D
D
D
C


شكل 4-11
H
I
K
F
B
H
E





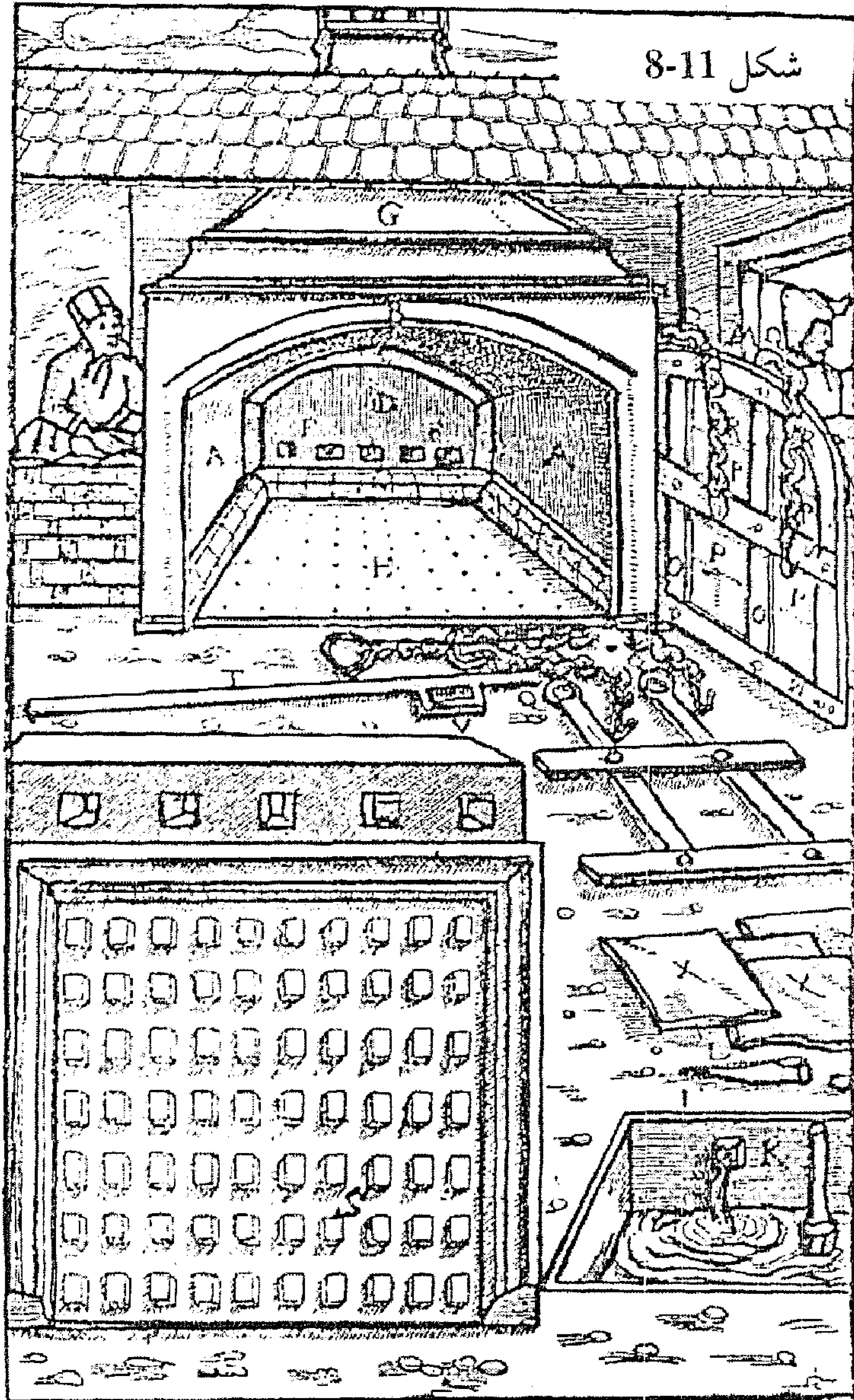

شكل 5-11


شكل 6-11
A
B
C
D
E
F





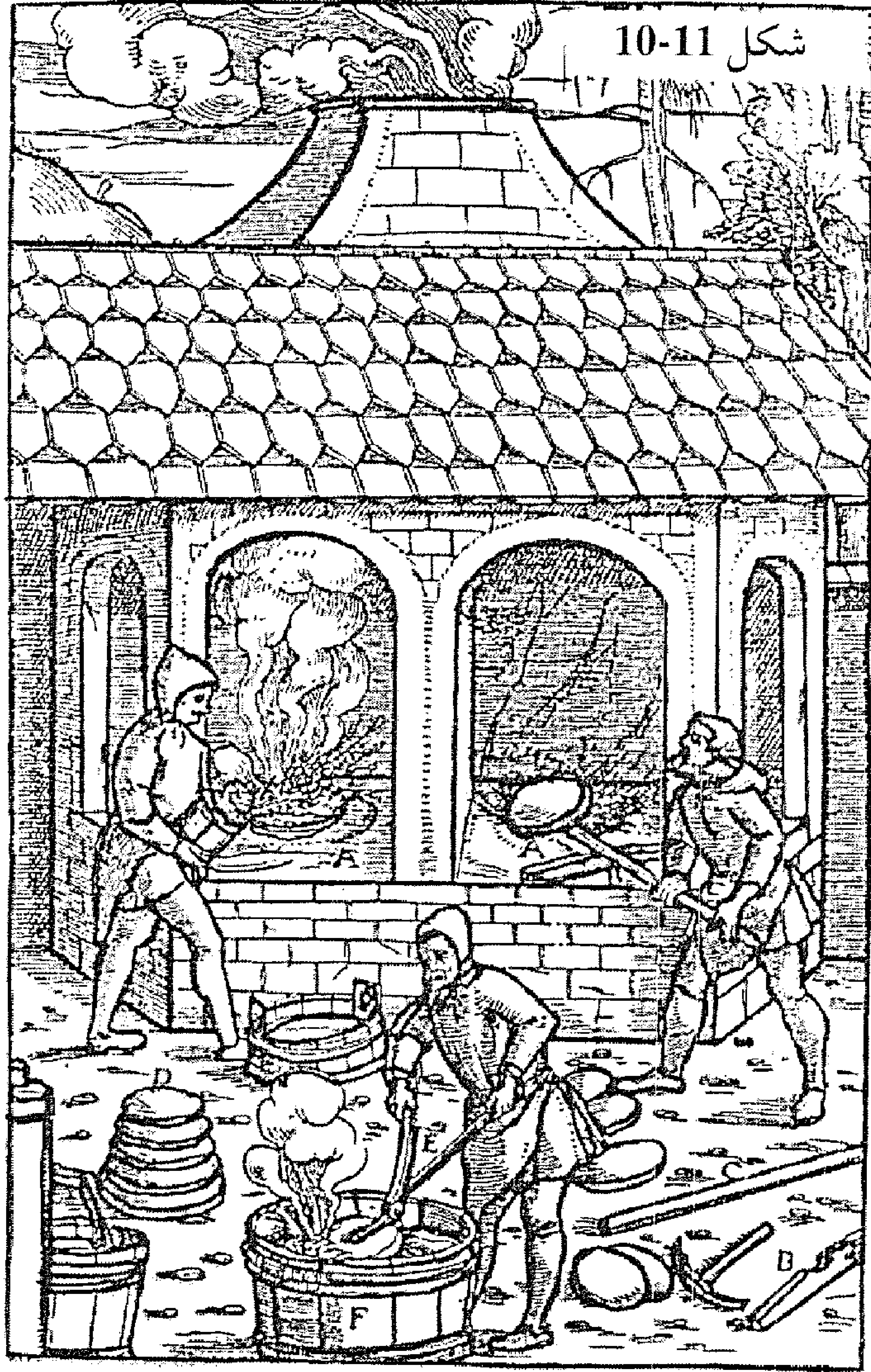

شكل 11-7



شكل 8-11



شكل 11-9



شكل 11-10

الكتاب الثانى عشر

فى هذا الكتاب الثانى عشر والأخير فى مجموعة هذه الكتب أتناول (أجريكولا) معدات وبعض طرق تركيز وتكثيف المحاليل المحتوية على أملاح المعادن بالإضافة إلى مواد ومركبات عديدة. وقد يبدو أن هذا الموضوع ليس له علاقة بأعمال التعدين والفلزات، إلا أنه وثيق الصلة بها حيث إن مياه الكثير من الخلجان البحرية والبحيرات محتوية على أملاح طبيعية بمختلف النسب، ويمكن الحصول عليها بالتدفئة والتجفيف بأشعة الشمس خاصة فى فصل الصيف حينما تكون درجات الحرارة مرتفعة. وقد يجرى التسخين فى أوعية خاصة، بل إن بعض الصخور قد نحصل منها على محاليل بالتسخين والحرق. كما أتناول أيضًا أفران الزجاجيات.

وعادة ما يتم استخراج الأملاح من المياه المحتوية عليها، ويجب أن يكون عمق أحواض الاستخراج ثابتًا حتى يمكن التجفيف تحت أشعة الشمس، كما يستحسن تغطية القاع بطبقة من الأملاح السابق الحصول عليها، وذلك فى المناطق الدافئة.

وعادة ما يستخدم المُعَدِّنُون من حوضين إلى ستة أحواض بعرض حوالى 1.7م وعمق 4.3م وبطول حوالى 17م، على مسافات بينية بين الأحواض حوالى 6.5م. ويجرى توجيه المياه بعد سحبها من الخليج، مع الاستعانة ببوابات التحكم حتى تتحرك المياه بالمعدلات المطلوبة. كما يمكن التسخين فى قوالب صناعية تشبه الأحواض الطبيعية، وتكون عادة مبنية من الأحجار الطبيعية أو من قوالب الطوب.

ففى اللوحة (شكل 12 - 1) يبدو البحر (A) والنتوء أو الخليج المسحوبة منه المياه (B) والبوابة (C) والقناة (D) وأحواض الترسيب أو التكثيف (E) والمجرفة أو شوكة التحريك والتقليب (F) والجاروف (G).





أما اللوحة التالية (شكل 12 - 2) فيبدو بهـا ما يطلق عليه الملاحة (A) وعليها اللافتة (اليافطة) بالرمز (B) والقسم الأول (C) والأوسط (D) والخلفى (E) والطاقة أو الخوخة أو الفـتحة بالحائط الخلفى (F) مع طاقة أخرى علوية بالسقف (G) والبئـر أو الحفرة (H)، بالإضافة إلى حفـرة أخرى أسفل يسار اللوحة (I) وأوانى الحمل (K) الذى يقوم به العـمال المتعبـون الذين يستندون على عصى (M) لتساعدهم على التحرك فى عملهم الشاق، كما فى اللوحة.

كما قـد يستعان بالمواقد المبـينة فى اللوحة (شكل 12 - 3) وبها الموقد بفتحة (B) وتركيبة خاصة (C) التى تم وضع مثيلتهـا فى الموقد السفلى على أعمـدة تدعيم (D) المغروسـة فى الأرض وعليهـا العوارض (E) مع عوارض قصـيرة (F) وتركيـبات سداسـية بالخطاطيف (G) والماسك (H) والعوارض الطولية (I) ثم تركيبات ذات الحجم الكبير بالخطاطيف أيضا (K). أما المواقد كروية الشكل فـتوضحهـا اللوحة (شكل 12 - 4) ويبدو فيـها المراجل (A) والحامل الثلاثى (B) والمغرفة أو الكبشة (C).

وهناك نوع آخر من حفر الحـرق والتسخين (A) بلوحة (شكل 12 - 5) وفيهـا الوعاء (B) الذى يجرى توجـيه المياه المحـتوية على الأمـلاح إليه مع التقليب بالمغرفة أو الكبشة (C).

وبالاستعانة بأشعة الشمس وخاصة فى فصل الصيف يجرى توجيه المياه المحتوية على الأملاح المطلوب استـخراجها من المجرى المائى (A) فى اللوحة (شكل 12 - 6) من خلال البوابة كـما فى اللوحة إلى حوض التـجفيف (B) وذلك للحصول على أملاح الصوديوم.

وقد تستخدم نوعيات من البراميل كما فى اللوحة (شكل 12 - 7) وبها براميل (A) و(C) والحوض (B) للتجـفيف والتـركيز، اللذان يـجريان على مراحل منها المرحلة (E) فى نفس اللوحة.

وتبين اللوحة التالية (شكل 12 - 8) عملية متكاملة حيث تبدو فيها الأحواض الكبيرة (A) وتركيبة القضبان (B) والصنبور (C) والمغسلة (D) والوعاء المستدير (E) والمجرى (F) الموصل بين الوعاء (E) والوعاء المصنوع من الرصاص (G)، بالإضافة إلى أوعية أخرى بنفس اللوحة منها المستديرة المغروسة فى الأرض (H) والبرميل المستدير وبه قضبان متقاطعة (I).

وبالاستعانة بأشعة الشمس مرة أخرى، تبين اللوحة (شكل 12 - 9) أحد المُعَدِّنين خارجًا من فتحة المنجم (A) حاملاً المادة الخام فى الوعاء (B) للإذابة فى البركة الصناعية أو الحوض (C) تمهيدا للمعالجة المطلوبة. وقد يقف العامل على لوح مثبت فوق الحوض للقيام بتقليب المحلول إلى الدرجة المطلوبة كما فى يسار اللوحة (شكل 12 - 10) تمهيداً للمعالجة والتجفيف فى الحوض (A) ثم الصب فى قوالب (B) حتى الوصول إلى الناتج النهائى المصبوب على هيئة أقراص سميكة (C).

وفيما يشبه المعمل باللوحة (شكل 12 - 11) يقوم العاملان الماهران بالمعالجة باستخدام أوعية، ذات مزاريب، منها المزراب (A)، الموصلة إلى أوعية مغلقة بدون فتحات أو مزاريب (B) المغطاة بغطاء (C).

وقد تكون بعض الأوعية المستخدمة علوية للتسخين على سطح الأرض وليست محفورة أو مغروسة كما باللوحة (شكل 12 - 12) حيث الوعاء (A) العلوى وعليه الغطاء (C) وتجرى عملية التسخين بالحطب المشتعل بالاستعانة بكور أو منفاخ، لدفع الهواء لزيادة درجات الحرارة، ثم إلى أوعية سفلية مغروسة فى الأرض (B) بأغطيتها (C).

كم تبين اللوحة (شكل 12 - 13) عملية معالجة متكاملة بمراحلها المتتالية، بداية من فتحة المنجم (A) إلى المجرى (B) ثم إلى الأحواض المتتالية (C) من خلال المجرى العلوى فوق الأحواض (D).

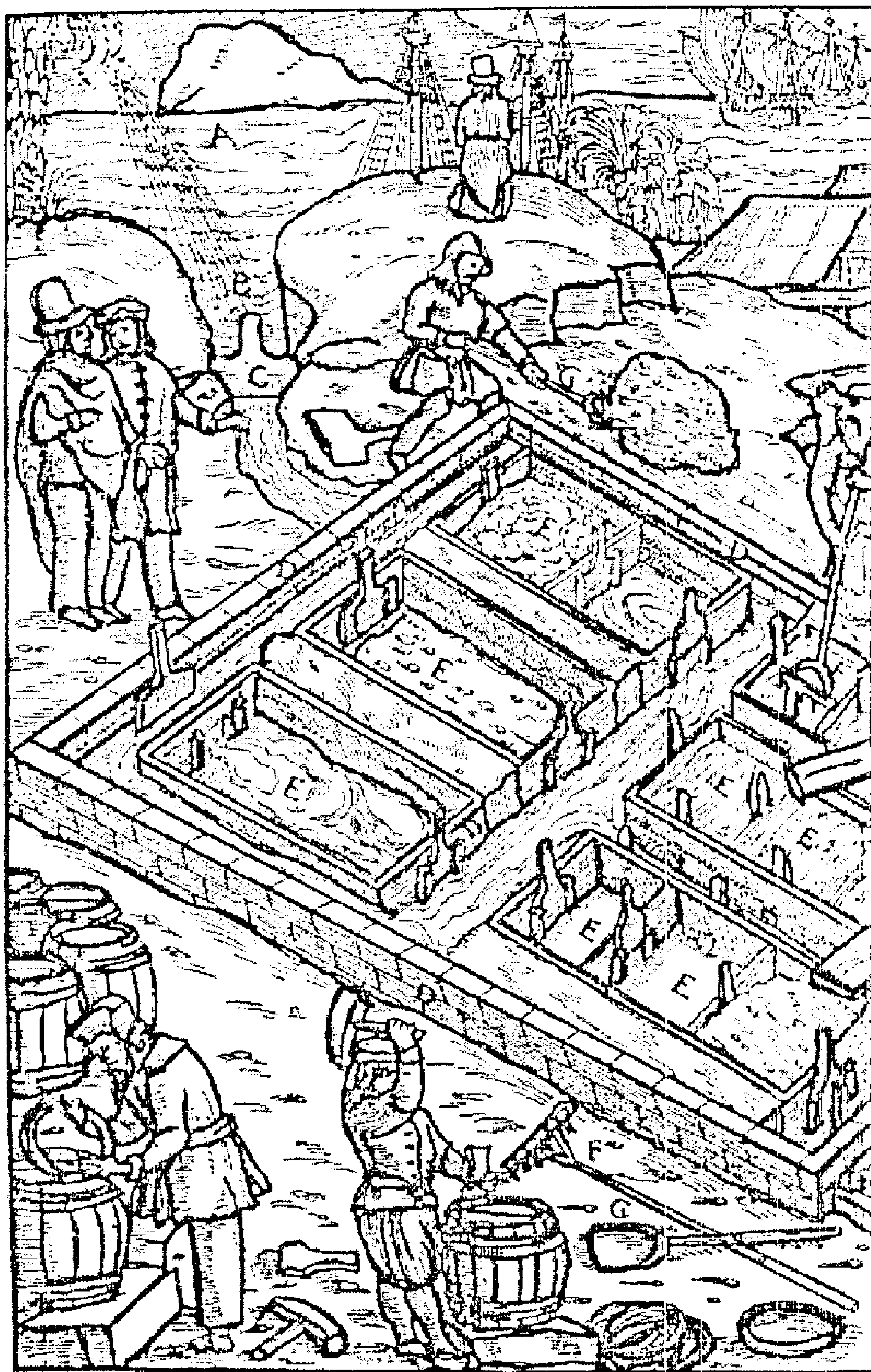
وإذا ما انتـقلت (أجريكولا) إلى تصنيع الزجـاج، فإنه يجرى تصنيـعه بصهر الصخور بعد تكسيرها وطحنها مع بعض الأملاح فى محاليلها. وتعتبر الرمـال على شواطئ الأنهـار من أفـضل المواد لتصنـيع الزجاج حـيث تكون جاهزة للاستخدام بحـالتها دون ما حاجة لأعمال التكسـير والطحن للصخور بتكلفتها العالية، وتضاف بعض الأملاح للمساعدة فى التصنيع.

أما عن أفضـل الأملاح المستخدمـة، فهى أملاح الصوديوم يليـها الملح الخام وملح الطعام، وقد عرفت الهند بتصنيع أفضل أنواع الزجاج.

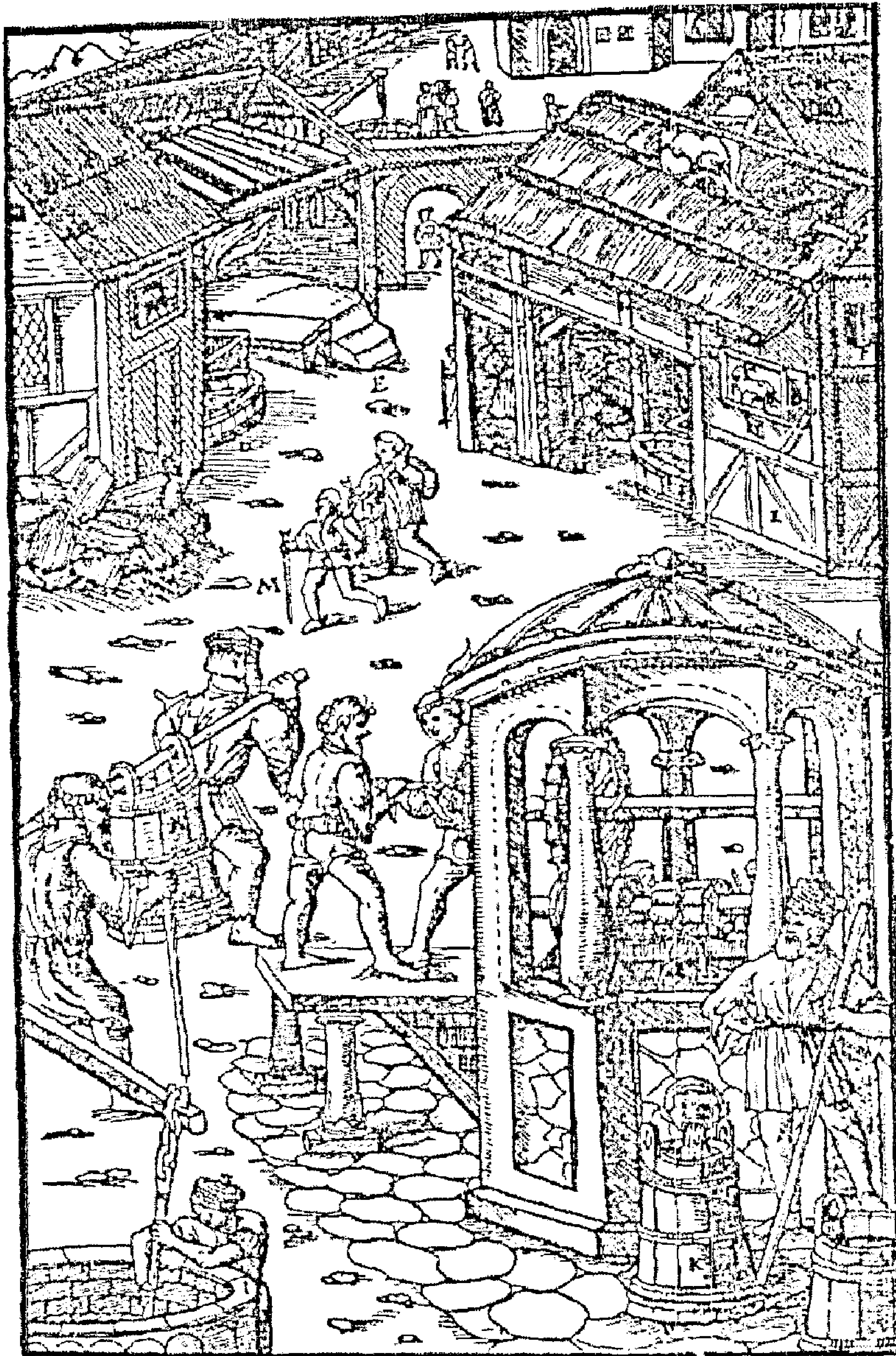
ويستخدم مصنعو الزجاج عادة ثلاثة أفران، وقد يكتفون بفرنين أو بفرن واحد فـقط. وعند استـخدام ثلاثة أفـران تبدأ عمـلية التصنيـع بالفرن الأول بالصهـر لجمـيع المواد، ثم مرة أخرى يتـم الصهر فى الفـرن الثانى، وأخـيرًا الحصول على النواتج الزجاجية المطلوبة فى الفرن الثالث.

وعادة ما تأخـذ أفران تصنيع الزجاج شكلا قبويًـا. منها الفرن الموضح باللوحـة (شكل 12 - 14) حـيث ينقسم المـوقد إلى قـسمـين السـفلى (A) والعلوى (B)، وعلى الأرض يقوم العامل بمعـالجة العجينة الزجاجيـة المتصلبة (C).

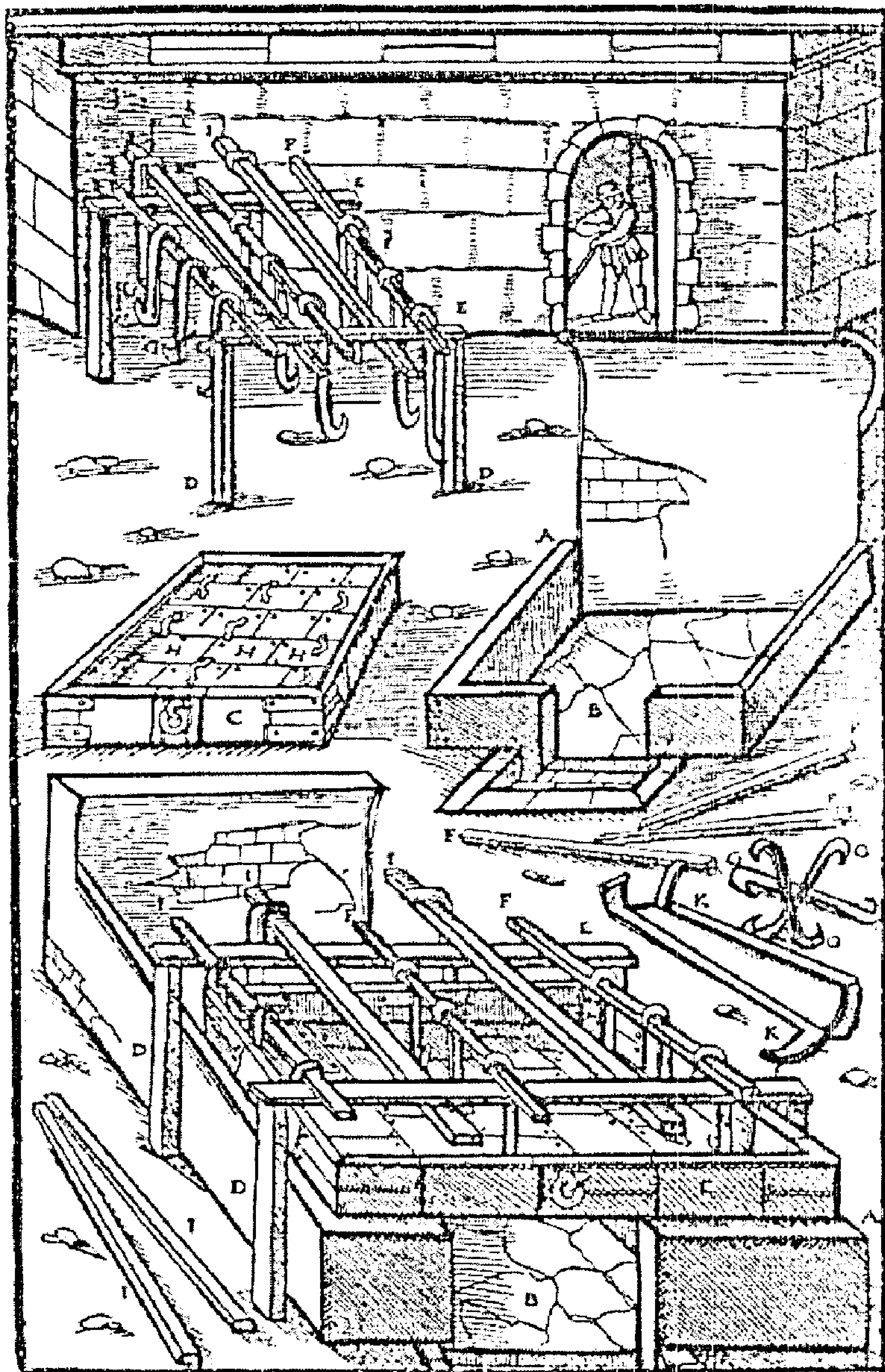
أما اللوحة (شكل 12 - 15) فبها نوع آخر من مـواقد وأفران المعالجة له ثلاثة أقسام وهى القسم (A) السفلى والقسم (B) الأوسط وبه فتحات لإدخال الأوعية المطلوب تسخـينها كما يبدو ذلك فى الفرن العلـوى باللوحة. كما أن القسم الثـالث العلوى (C) به نافذة أو طاقة (D)، مع تجهـيز لأرضيـة القسم الأوسط (B) بفتحة مستديرة (E) بينما أرضية القسم العلوى (C) مجهزة بفتحة مستطيلة (F).



شکل 12-1



شكل 2-12



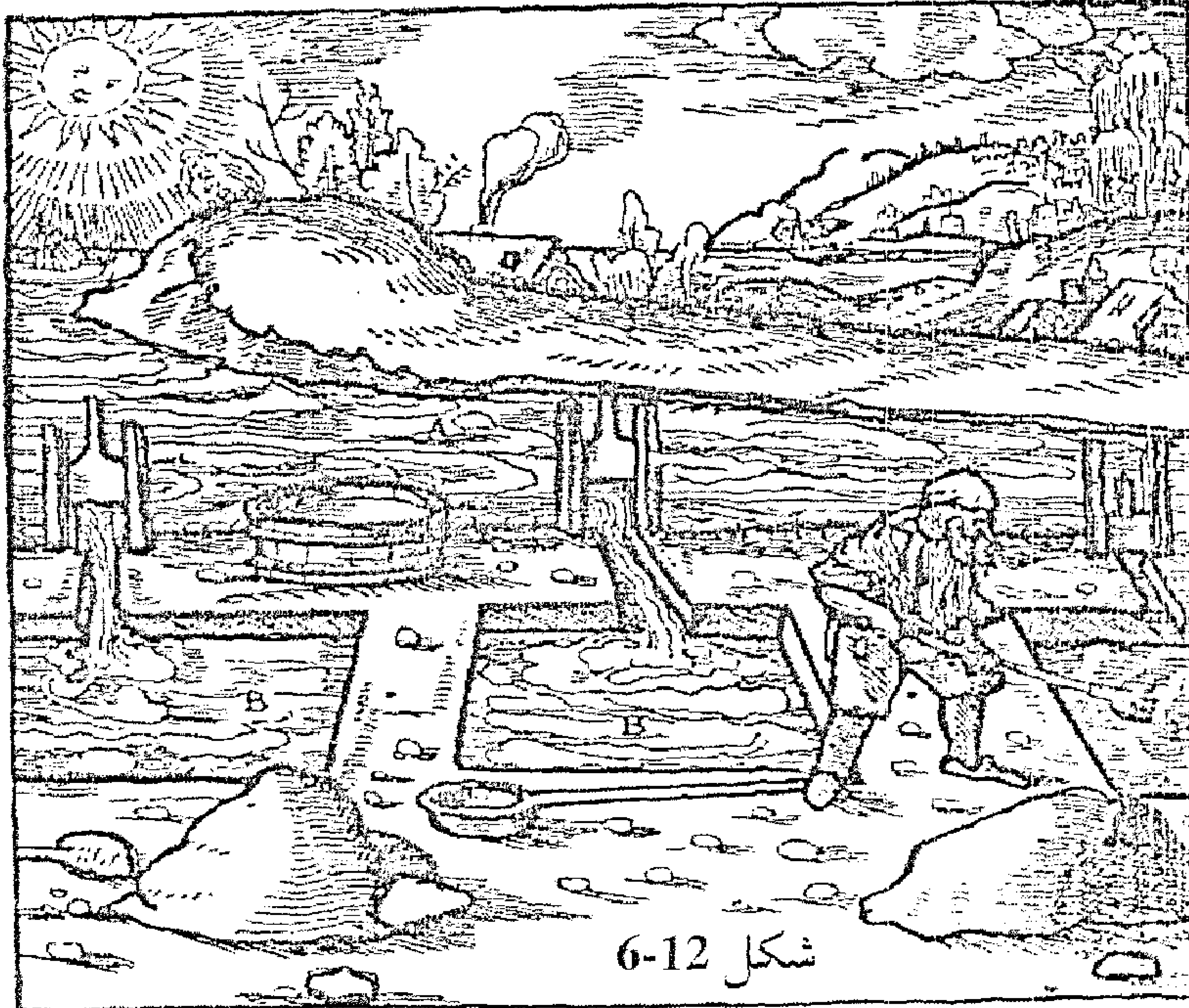
شكل 3-12

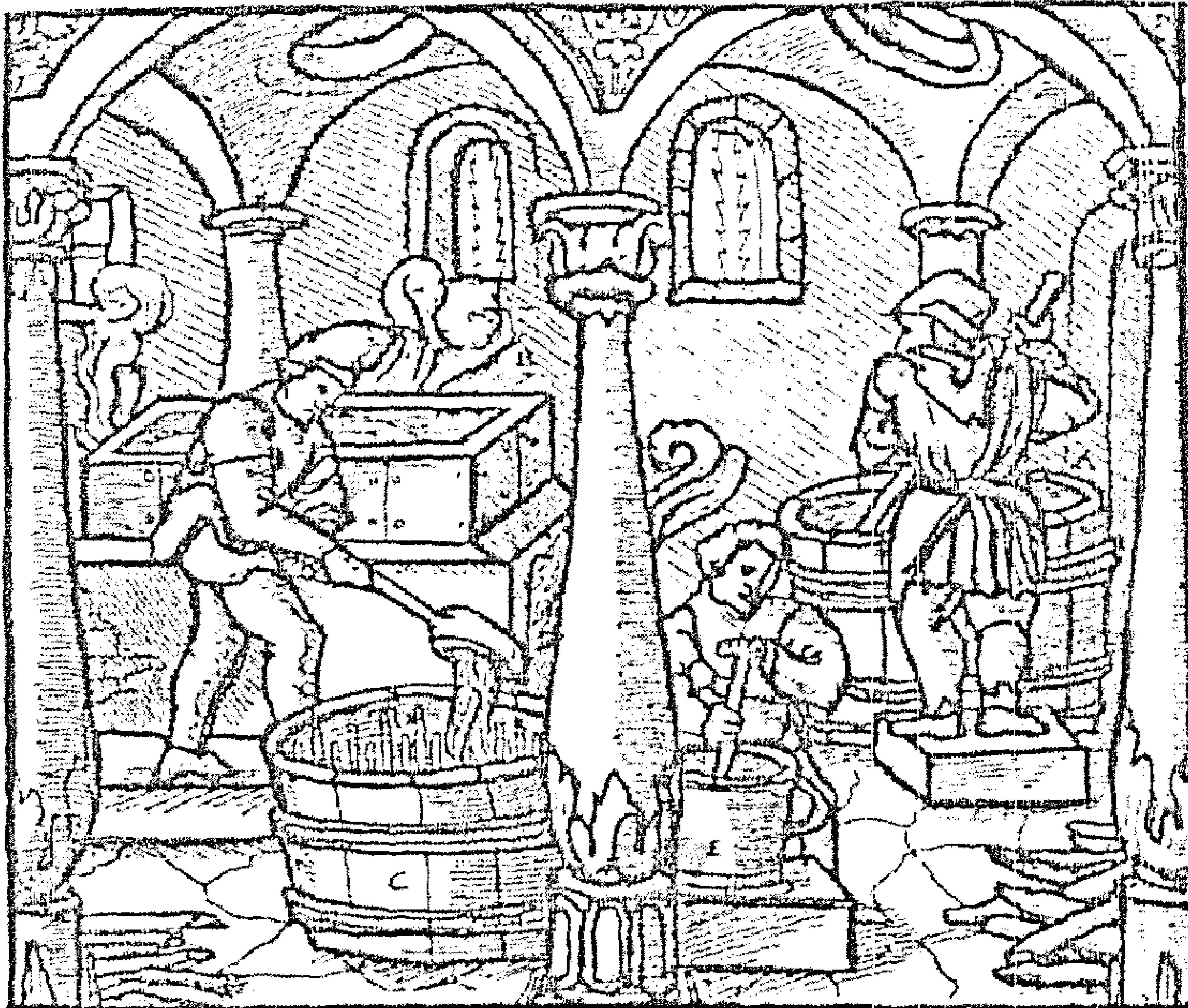


شكل 4-12

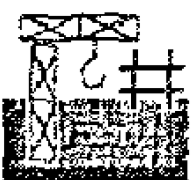


شكل 5-12

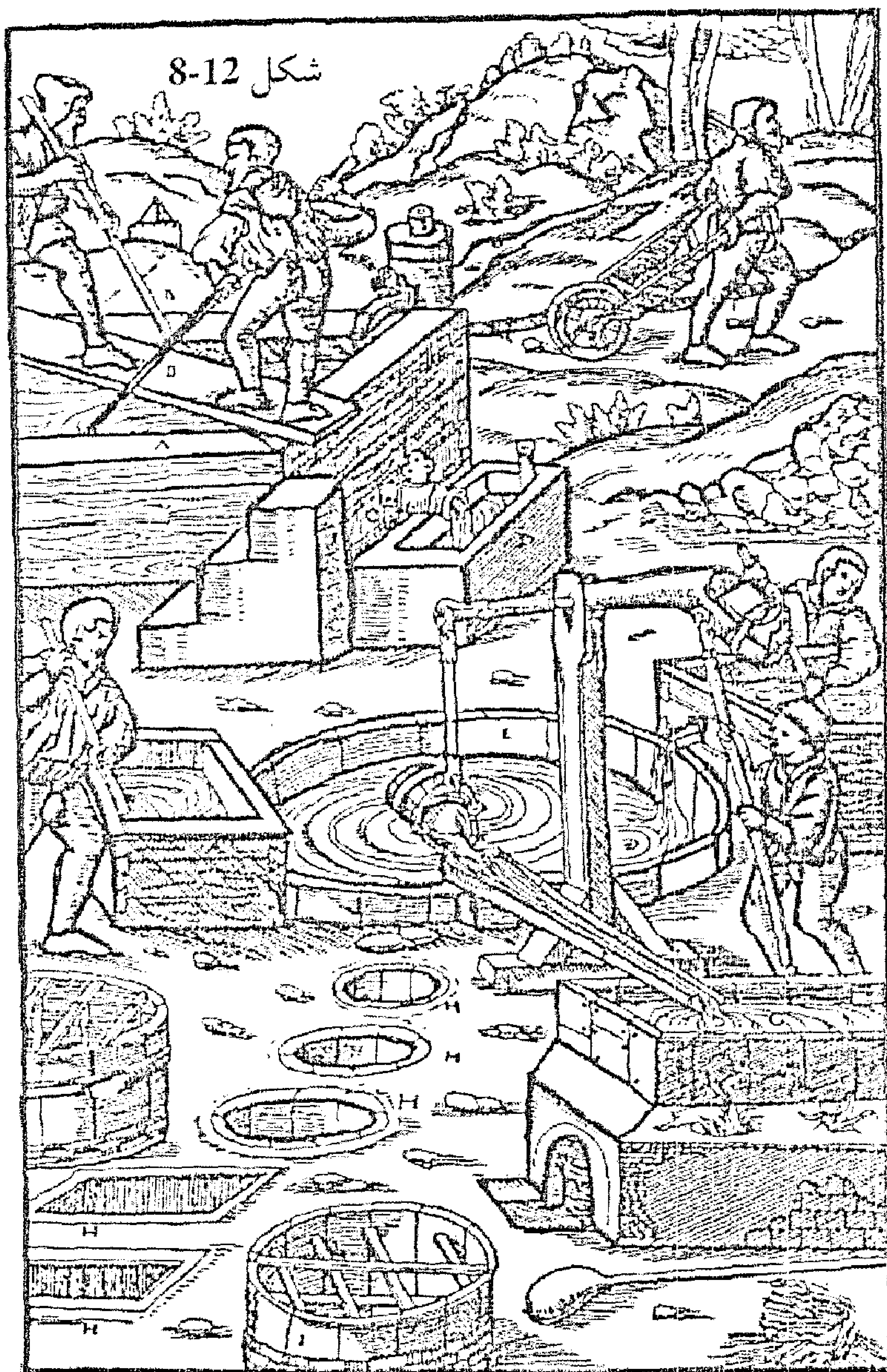


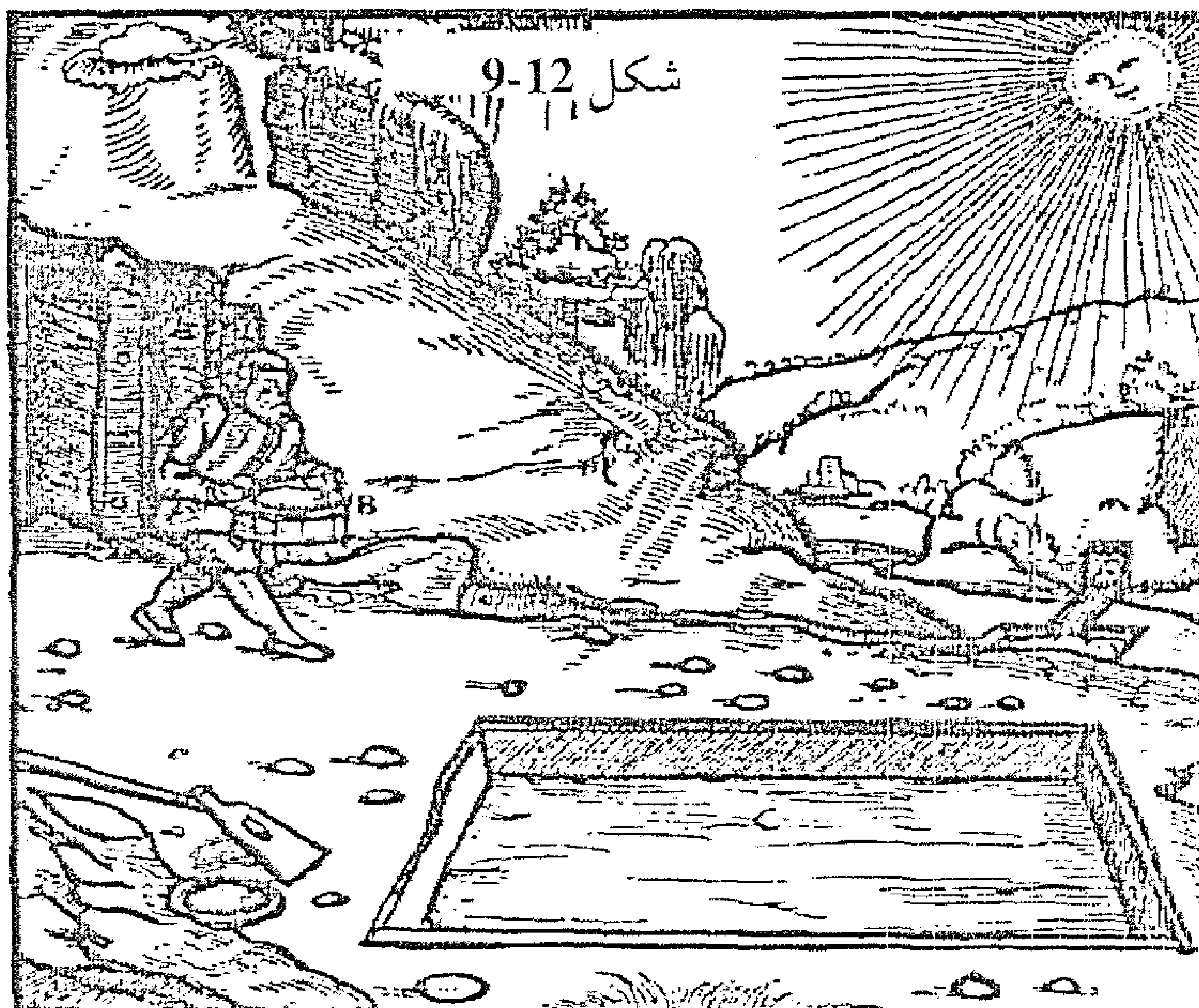


شكل 7-12

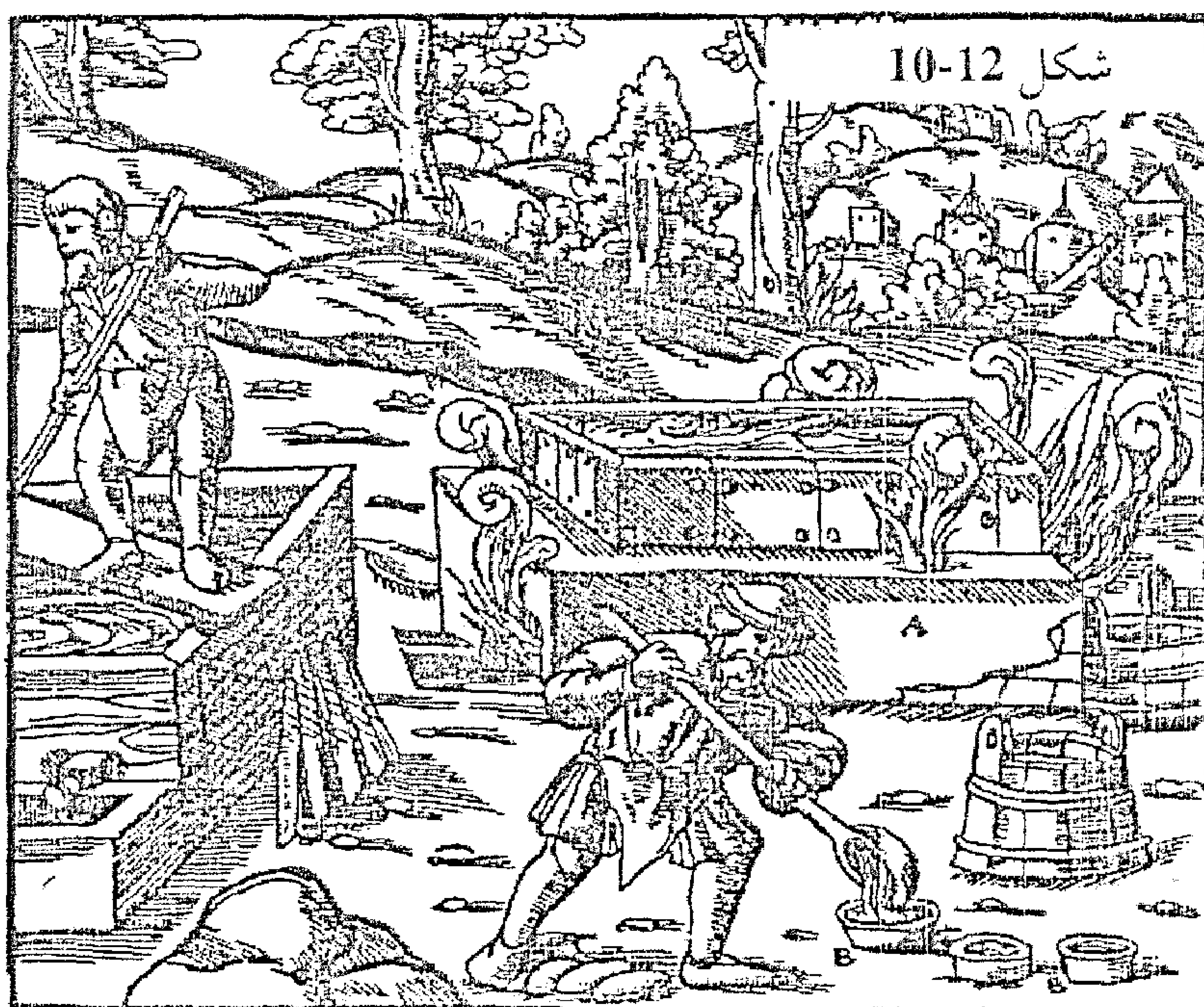




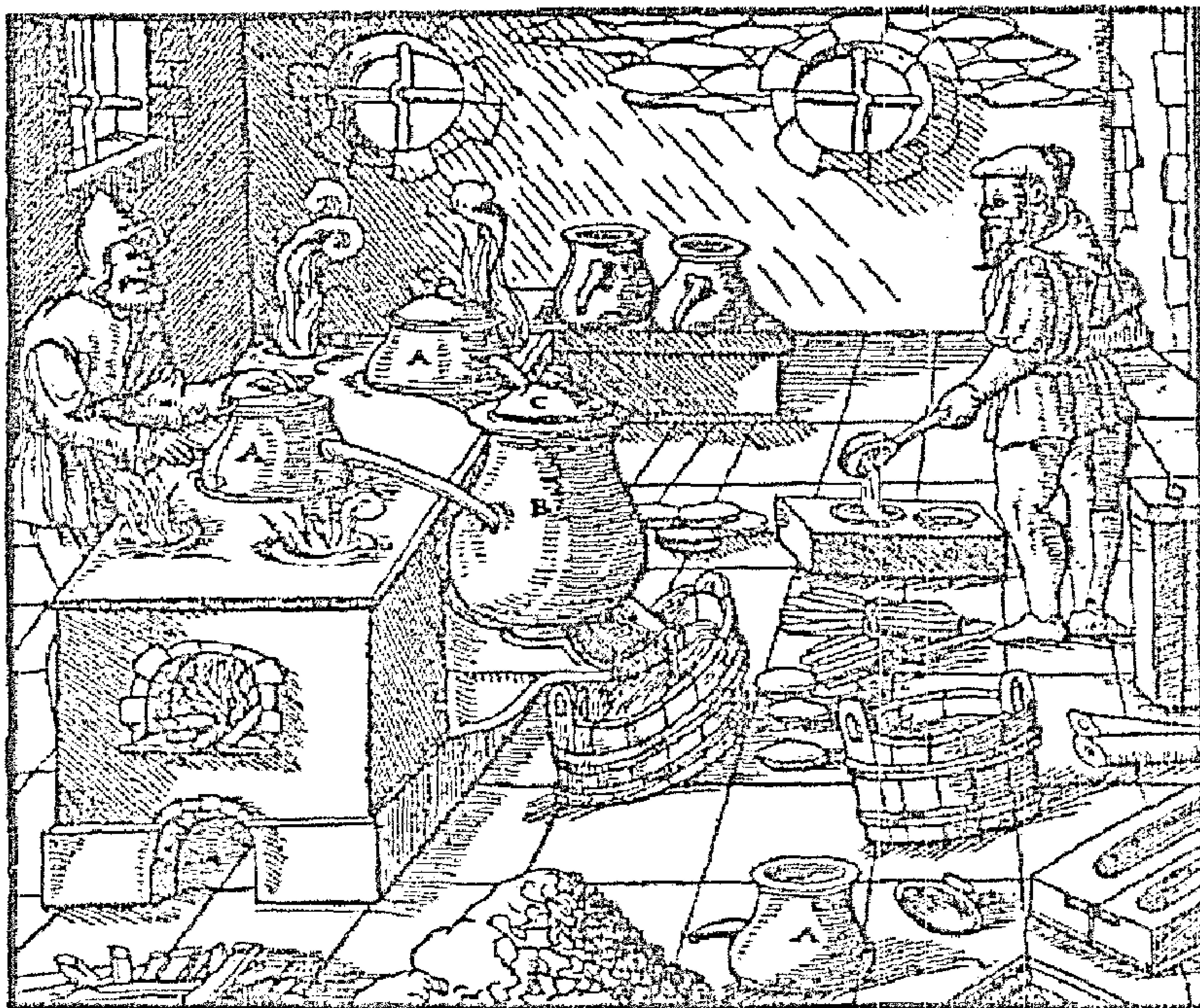

شكل 8-12



شكل 12-9



شكل 12-10



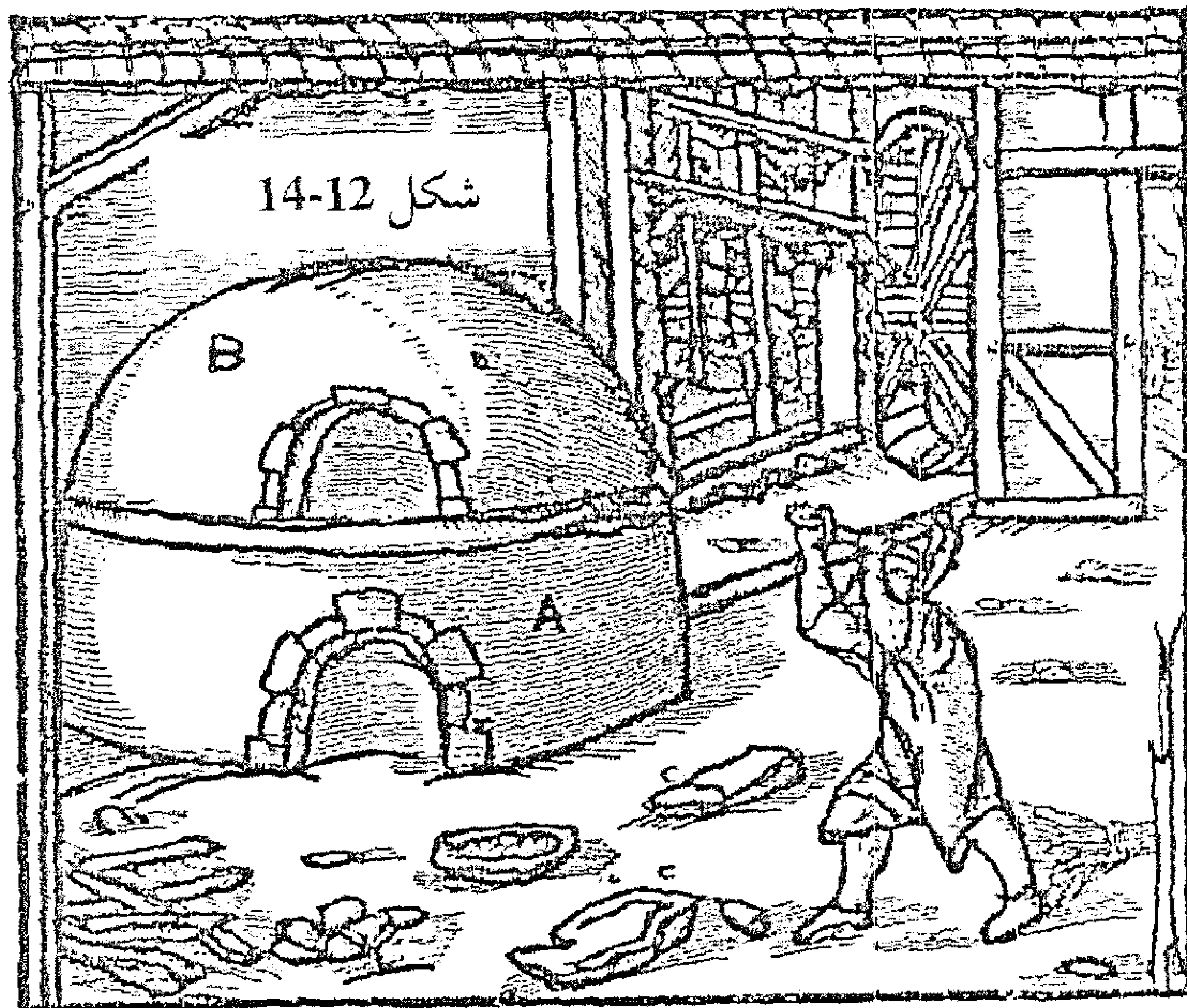
شكل 12-11



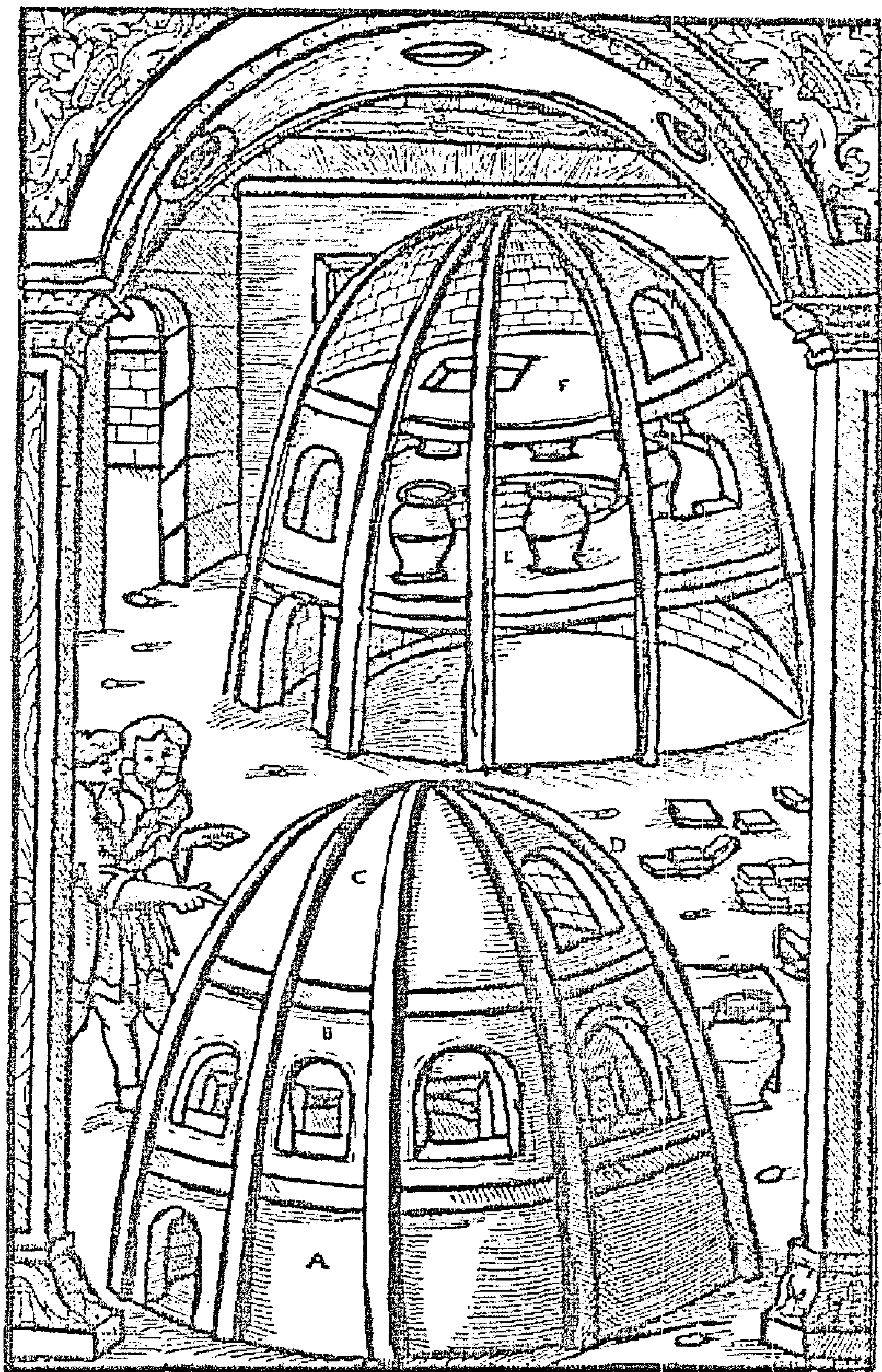
شكل 12-12



شكل 12-13



شكل 12-14



شكل 15-12

قائمة المراجع

1 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica (On the nature of metals, or About Mining and Metallurgy), Editor in Chief I.G. Petrovski, Soviet Academy of Science, Series of Scientific Classics, Moscow, 1962 (In Russian), pp. 599.

2 - AGRICOLA, G.,

De Re Metallica, translated by Herbert Clark Hoover and Lou Henry Hoover, Dover Publications, Inc., 1950 (Reprint of the 1912 edition).

3 - TAKACS, L.,

Quicksilver from Cinnabar: the first documented mechanochemical reaction, JOM, Jan. 2000, pp. 12-13.

4 - JOHN H. LIENHARD,

Engines of our Ingenuity, No. 139, Hoover and Agricola, 1988 - 1997, http://www.uh.edu.engines,epi 139.htm.

5 - CHRIS HINDLE,

New watch, Mining Magazine, Vol. 193, No. 2, August 2005.





هذا الكتاب

يعتبر هذا المرجع أهم عمل علمي صدر بعد كتاب ثيوفراستاس ، بعنوان (تاريخ الصخور) الذي صدر بين عامي 315 ، 314 قبل الميلاد ، وذلك في مجال المعادن والتعدين . ولقد اهتم به المشتغلون بصناعة التعدين والفلزات ، بل ولقد عُرف بين المشتغلين بالتعدين في الغرب بأنه (إنجيل مهندسي المناجم) .

ولم يسبق ترجمة هذا الكتاب إلى اللغة العربية ، ويعتبر هذا العرض المختصر هو أول محاولة جادة لعرض الكتاب باللغة العربية ، وقد بذل الدكتور عادل سليمان أستاذ هندسة التعدين ، والمدير الأسبق لمعهد التبين للدراسات المعدنية ، مجهودا كبيرا في تلخيص الكتاب الأصلي الذي يقع في أكثر من 900 صفحة ليقدمه إلى القارئ بالعربية في حوالي 204 صفحة فقط . ... بالأساسيات العلمية التي قدمها الكتاب ، كما كان المترجم ... يضمّن الكتاب أهم ما فيه من رسومات قيمة تشرح بكل ... عمليات التعدين المختلفة . ولا شك أن هذا الكتاب يسد فراغا ... التعدين العربية.